

(11)Publication number : 2005-336477  
 (43)Date of publication of application : 08.12.2005

(51)Int.Cl. C09K 19/54  
 C09K 19/02  
 G02F 1/13  
 G02F 1/1334  
 G02F 1/139

(21)Application number : 2005-130712 (71)Applicant : JAPAN SCIENCE & TECHNOLOGY  
 AGENCY  
 CHISSO CORP  
 (22)Date of filing : 28.04.2005 (72)Inventor : KIKUCHI HIROTSUGU  
 HASEBA YASUHIRO  
 NAGAMURA TOSHIHIKO  
 KAJIYAMA CHISATO

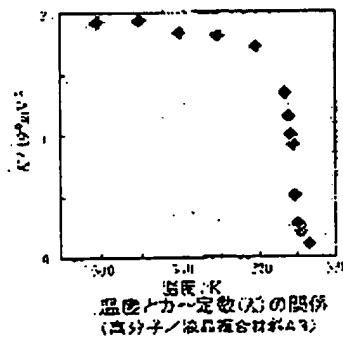
(30)Priority  
 Priority number : 2004134993 Priority date : 30.04.2004 Priority country : JP

**(54) COMPOSITE MATERIAL COMPRISING POLYMER AND LIQUID CRYSTAL MATERIAL HAVING CHIRALITY, METHOD FOR PRODUCING COMPOSITE MATERIAL, AND OPTICAL ELEMENT USING THE COMPOSITE MATERIAL**

**(57)Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a polymer / liquid crystal composite material which is highly transparent and optically isotropic, in spite of having a high liquid crystal material content, and exhibits a largely stable Kerr coefficient in a wide temperature range, to provide a method for producing the same, and to provide an optical element using the same.

**SOLUTION:** This polymer / liquid crystal composite material is characterized by comprising a polymer and a liquid crystal material, substantially not diffusing light having wavelengths which are not less than those of visible light, being isotropic, when an electric field is not applied to the composite material, and using a liquid crystal having chirality as the liquid crystal. The polymer / liquid crystal composite material, wherein a Kerr coefficient shows  $\geq 1 \times 10^{-9} \text{ mV}^{-2}$ . And the polymer / liquid crystal composite material, wherein a Kerr coefficient shows  $\geq 1 \times 10^{-10} \text{ mV}^{-2}$  and there is a region where a ratio of a Kerr coefficient at a temperature difference of  $10^\circ \text{ C}$  is  $\leq 1.5$ .



温度と Kerr 定数(K) の関係  
 (高分子/液晶複合材料)

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

\* NOTICES \*

JPO and INPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1]

The macromolecule / liquid crystal composite material characterized by being isotropy optically while it consists of a macromolecule and a liquid crystal ingredient, and light of the wavelength beyond a visible ray is not scattered about substantially and electric field are not impressed, and a liquid crystal ingredient being a liquid crystal ingredient which has chirality.

[Claim 2]

The macromolecule / liquid crystal composite material according to claim 1 which a car multiplier shows 1x10 to 9 mV to more than [ 2 ].

[Claim 3]

The macromolecule / liquid crystal composite material according to claim 1 with which a car multiplier shows 1x10 to 10 mV to more than [ 2 ], and the field whose ratio of a 10 degrees C [ of temperature gradients ] car multiplier is 1.5 or less exists.

[Claim 4]

The macromolecule / liquid crystal composite material according to claim 1 using the liquid crystal ingredient whose chiral pitch length a chiral nematic phase or a blue phase is presented at a room temperature, and is 10nm from 100 micrometers.

[Claim 5]

The macromolecule / liquid crystal composite material according to claim 1 using the liquid crystal ingredient whose chiral pitch length a chiral nematic phase or a blue phase is presented at a room temperature, and is 10nm from 10 micrometers.

[Claim 6]

The macromolecule / liquid crystal composite material according to claim 1 using the liquid crystal ingredient whose chiral pitch length a chiral nematic phase or a blue phase is presented at a room temperature, and is 10nm from 1 micrometer.

[Claim 7]

The macromolecule / liquid crystal composite material according to claim 1 whose liquid crystal ingredient content is 65 – 99 % of the weight.

[Claim 8]

The macromolecule / liquid crystal composite material according to claim 1 with which a macromolecule has the structure of cross linkage.

[Claim 9]

The macromolecule / liquid crystal composite material according to claim 1 with which a macromolecule has a meso gene part.

[Claim 10]

The macromolecule / liquid crystal composite material according to claim 1 characterized by the square and electric-double-refraction value of impression electric field being in proportionality.

[Claim 11]

The approach which is an approach of manufacturing a macromolecule / liquid crystal composite material according to claim 1; and is characterized by ending a polymerization in the isotropic condition optically [ light of the wavelength beyond a visible ray is not scattered about substantially, and ] in the polymerization of the mixture of a monomer and a liquid crystal ingredient.

[Claim 12]

The light corpuscle child characterized by using the macromolecule / liquid crystal composite material of a publication for any 1 term of claims 1–10.

[Claim 13]

The electrode with which at least one side was formed in both the substrate of a transparent pair, and this both [ one side or ], It is the liquid crystal display equipped with an electric-field impression means to have a polarizing plate on the outside of the liquid crystal layer pinched between said substrates, and said substrate, and to impress electric field to a liquid crystal layer through said electrode. It consists of a macromolecule / liquid crystal composite material with which said liquid crystal layer consists of a macromolecule and a liquid crystal ingredient. While not impressing electric field, are isotropy optically, and optical anisotropy is shown at the time of electric-field impression. The chiral pitch length in a room temperature has [ said liquid crystal ingredient ] 10nm chirality from 100 micrometers. It is the liquid crystal display component which said macromolecule forms the network structure of three-dimensions bridge formation, and a liquid crystal ingredient forms one continuous layer in this macromolecule, and is characterized by the content of the liquid crystal ingredient to a liquid crystal layer being 65 – 99 % of the weight.

[Claim 14]

The liquid crystal display component according to claim 13 to which the chiral pitch length of the liquid crystal ingredient used for a liquid crystal layer is characterized by being 10nm from 1 micrometer at a room temperature.

[Claim 15]

The liquid crystal display component according to claim 13 or 14 to which the liquid crystal ingredient used for a liquid crystal layer presents a chiral nematic phase or a blue phase at a room temperature, and the chiral pitch length of this liquid crystal ingredient is characterized by being 10nm from 1 micrometer at a room temperature.

[Claim 16]

A liquid crystal display component given in any 1 term of claims 13–15 characterized by constituting the electrode so that it may be parallel to a substrate side and electric field can be impressed at least on one substrate of the substrate of a pair at a 2-way.

[Claim 17]

A liquid crystal display component given in any 1 term of claims 13–16 which an electrode is formed in the shape of a matrix, constitute a pixel electrode, equip each pixel with an active component, and are characterized by this active component being a thin film transistor (TFT).

[Claim 18]

The liquid crystal display using a liquid crystal display component given in any 1 term of claims 13–17.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[Field of the Invention]

[0001]

This invention relates to the manufacture approach of the macromolecule / liquid crystal composite material which consists of a macromolecule and a liquid crystal ingredient, and this composite material, and the light corpuscle child using it.

[Background of the Invention]

[0002]

In this invention, a light corpuscle child points out various kinds of components which do so functions, such as light modulation and optical switching, using the electro-optical effect. In a display, an optical transmission system, and optical information processing and various sensor systems, the light modulation element to which luminous intensity, a phase, or plane of polarization is changed with the electrical signal from the outside is needed. The Pockels effect and the Kerr effect are known about the light modulation using change of the refractive index by electric-field impression. The Kerr effect is the phenomenon in which electric-double-refraction value  $\Delta nE$  is proportional to the square of electric field  $E$ , and  $\Delta nE = K\lambda E^2$  (K: car multiplier (Kerr constant),  $\lambda$ : wavelength). Here, electric double refraction is a birefringence value by which induction is carried out, when electric field are impressed to an isotropic medium.

[0003]

The Kerr effect is observed also in the temperature whose liquid crystal ingredient is an isotropic phase, and the very big Kerr constant is observed in right above [ nematic phase (chiral nematic phase)-isotropic phase transition-temperature ]. This is considered to originate in existence of the short-distance order of the nematic molecular arrangement in an isotropic phase. However, it poses a problem that the temperature requirement which shows a big Kerr constant to utilization of the light corpuscle child using the big car multiplier of a liquid crystal ingredient is narrow. The technique which forms the minute drop of a liquid crystal ingredient into a giant-molecule matrix is reported using 33% of nematic liquid crystal ( $E=7$ ,  $\Delta n$  (refractive-index anisotropy value) = 0.224,  $\Delta \epsilon$  (dielectric constant anisotropy value) = 13.8) of the whole giant molecule / liquid crystal composite material, using Norland 60 (epoxy resin) as a giant molecule (see the patent reference 1 and the nonpatent literature 1). The car multiplier of this ingredient is about  $4 \times 10^{-10} \text{ mV}^{-2}$  [ near the room temperature ], and its temperature dependence is large. Moreover, a macromolecule etc. divides a mere nematic liquid crystal into the very small field of extent hardly scattered about in a visible ray, and the approach of operating as a Kerr effect ingredient is proposed (see the patent reference 2). It consists of complex which consists of a nematic liquid crystal which has a giant-molecule

network and a continuous phase by Kikuchi and others, and the technique of making the common liquid crystal molecule ensemble who has short-distance order according to the three-dimension network structure of a giant molecule forming actively is reported (see nonpatent literature 2, nonpatent literature 3, or the nonpatent literature 4). However, in the technique shown in these, the manifestation temperature requirement of the Kerr effect is inadequate, and a car multiplier is also small. Furthermore, the liquid crystal content in the macromolecule / liquid crystal composite material shown in these is less than 60%.

[0004]

In order to produce the great light corpuscle child, it is required to make light of the wavelength field more than the light into isotropy (for it to only be hereafter called isotropy) optically [ it is not scattered about substantially, and (it may only be hereafter called high transparency) ], next to show a car multiplier with big its macromolecule / liquid crystal composite material over a stably large temperature requirement. Since there are few parts which contribute to change of a birefringence at the time of electric-field impression when it is used as a light corpuscle child, big electric double refraction cannot be made to discover, if the liquid crystal content in composite material is low. On the other hand, if liquid crystal content is made high, desired high transparency and isotropy cannot be held. However, the technique which solved this technical problem that carries out antinomy is not found.

[0005]

[Patent reference 1] JP,63-253334,A

[Patent reference 2] JP,11-183937,A

[Nonpatent literature 1] J. Appl. Phys., 67(9),4253-4259(1990)

[Nonpatent literature 2] Macromolecule collected works, vol.59, No.10, and 602-607 (2002)

[Nonpatent literature 3] The page 17,413 of collection 3D of the 22nd liquid crystal debate lecture drafts (1996)

[Nonpatent literature 4] 07 or 217 pages (1996) of collection of Japanese Liquid Crystal Society debate lecture drafts 3C

[Description of the Invention]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]

[0006]

Although the purpose of this invention has for example, high liquid crystal (liquid crystal ingredient) content, it is high transparency and isotropy and it is offering the macromolecule / liquid crystal composite material in which the car multiplier's large and stabilized over the large temperature requirement is shown, and the light corpuscle child (for example, liquid crystal display component) using the manufacture approach and it.

[Means for Solving the Problem]

[0007]

this invention person used to find out that the composite material of the liquid crystal ingredient which has a giant-molecule network and chirality as a result of examining a liquid crystal ingredient and a giant molecule, in order to improve the fault of the conventional technique discovers high transparency and isotropy though it is high-concentration liquid crystal ingredient content and that this composite material discovers a big car multiplier in a large temperature requirement, and that the temperature dependence of a car multiplier is still smaller, and used to reach this invention.

[0008]

In this way, the above-mentioned technical problem is attained by this invention shown in the following terms.

[1] The macromolecule / liquid crystal composite material characterized by being isotropy optically while it consists of a macromolecule and a liquid crystal ingredient, and light of the wavelength beyond a visible ray is not scattered about substantially and electric field are not impressed, and a liquid crystal ingredient being a liquid crystal ingredient which has chirality.

[2] A macromolecule / liquid crystal composite material with a car multiplier given in  $1 \times 10[1]$  which shows  $-9$  mV to more than [ 2 ] term.

[3] a car -- a multiplier -- one -- x -- ten - ten -- mV - two --- more than -- being shown --

and — a temperature gradient — ten — degree C — a car — a multiplier — a ratio — 1.5 — less than — it is — a field — existing — [— one —] — a term — a publication — a macromolecule — /— liquid crystal — composite material .

[4] A macromolecule / liquid crystal composite material given in [1] term using the liquid crystal ingredient whose chiral pitch length a chiral nematic phase or a blue phase is presented at a room temperature, and is 10nm from 100 micrometers.

[5] A macromolecule / liquid crystal composite material given in [1] term using the liquid crystal ingredient whose chiral pitch length a chiral nematic phase or a blue phase is presented at a room temperature, and is 10nm from 10 micrometers.

[6] A macromolecule / liquid crystal composite material given in [1] term using the liquid crystal ingredient whose chiral pitch length a chiral nematic phase or a blue phase is presented at a room temperature, and is 10nm from 1 micrometer.

[7] A macromolecule / liquid crystal composite material given in [1] term whose liquid crystal ingredient content is 65 – 99 % of the weight.

[8] A macromolecule / liquid crystal composite material given in [1] term in which a macromolecule has the structure of cross linkage.

[9] A macromolecule / liquid crystal composite material given in [1] term in which a macromolecule has a meso gene part.

[10] A macromolecule / liquid crystal composite material given in [1] term characterized by the square and electric-double-refraction value of impression electric field being in proportionality.

[11] The approach which is an approach of manufacturing the macromolecule / liquid crystal composite material of a publication in [1] term, and is characterized by ending a polymerization in the isotropic condition optically [ light of the wavelength beyond a visible ray is not scattered about substantially, and ] in the polymerization of the mixture of a monomer and a liquid crystal ingredient.

[12] [1] Light corpuscle child characterized by using the macromolecule / liquid crystal composite material of a publication for any 1 term of — [10].

[13] The electrode with which at least one side was formed in both the substrate of a transparent pair, and this both [ one side or ], It is the liquid crystal display equipped with an electric-field impression means to have a polarizing plate on the outside of the liquid crystal layer pinched between said substrates, and said substrate, and to impress electric field to a liquid crystal layer through said electrode. It consists of a macromolecule / liquid crystal composite material with which said liquid crystal layer consists of a macromolecule and a liquid crystal ingredient. While not impressing electric field, are isotropy optically, and optical anisotropy is shown at the time of electric-field impression. As for a liquid crystal ingredient, the chiral pitch length in a room temperature has 10nm chirality from 100 micrometers in the first half. It is the liquid crystal display component which said macromolecule forms the network structure of three-dimensions bridge formation, and a liquid crystal ingredient forms one continuous layer in this macromolecule, and is characterized by the content of the liquid crystal ingredient to a liquid crystal layer being 65 – 99 % of the weight.

[14] liquid crystal — a layer — using — liquid crystal — an ingredient — chiral — a pitch — merit — a room temperature — one — micrometer — from — ten — nm — it is — things — the description — \*\* — carrying out — [— 13 —] — a term — a publication — a liquid crystal display — a component .

[15] [13] to which the liquid crystal ingredient used for a liquid crystal layer presents a chiral nematic phase or a blue phase at a room temperature, and the chiral pitch length of this liquid crystal ingredient is characterized by being 10nm from 1 micrometer at a room temperature, or a liquid crystal display component given in [14].

[16] A liquid crystal display component given in any 1 term of [13] – [15] characterized by constituting the electrode so that it may be parallel to a substrate side and electric field can be impressed at least on one substrate of the substrate of a pair at a 2-way.

[17] A liquid crystal display component given in any 1 term of [13] – [16] which an electrode is formed in the shape of a matrix, constitutes a pixel electrode, equips each pixel with an active component, and is characterized by this active component being a thin film transistor (TFT).

[18] [13] Liquid crystal display using a liquid crystal display component given in any 1 term of -  
[17].

[0009]

They are the macromolecule / liquid crystal composite material characterized by the 1st invention in this invention being a liquid crystal ingredient with which it is isotropy optically while light of the wavelength beyond a visible ray is not scattered about substantially and electric field are not impressed, and a liquid crystal ingredient has chirality.

[0010]

In this invention, desirable modes are the macromolecule / liquid crystal composite material with which a car multiplier shows  $1 \times 10$  to  $9$  mV to more than [ 2 ], and a car multiplier shows  $1 \times 10$  to  $10$  mV to more than [ 2 ] especially preferably, and the field whose ratio of a 10 degrees C [ of temperature gradients ] car multiplier is 1.5 or less exists. In this invention, a still more desirable mode presents a chiral nematic phase or a blue phase at a room temperature, and are the macromolecule / liquid crystal composite material using the liquid crystal ingredient whose chiral pitch length is 10nm from 100 micrometers. In this invention, a still more desirable mode presents a chiral nematic phase or a blue phase at a room temperature, and are the macromolecule / liquid crystal composite material using the liquid crystal ingredient whose chiral pitch length is 10nm from 10 micrometers. In this invention, a still more desirable mode presents a chiral nematic phase or a blue phase at a room temperature, and chiral pitch length is the macromolecule / liquid crystal composite material using a 10nm liquid crystal ingredient from 1 micrometer.

In this invention, still more desirable modes are the macromolecule / liquid crystal composite material whose liquid crystal ingredient content is 65 - 99 % of the weight.

In this invention, another desirable modes are the macromolecule / liquid crystal composite material with which a macromolecule has the three-dimensions structure of cross linkage.

In this invention, another desirable modes are the macromolecule / liquid crystal composite material with which a macromolecule has a meso gene part.

Another desirable modes in this invention are the macromolecule / liquid crystal composite material which has the square of impression electric field, and electric-double-refraction value deltanE in proportionality.

[0011]

The 2nd invention in this invention is the approach of manufacturing the above-mentioned macromolecule / liquid crystal composite material, and is an approach characterized by ending a polymerization in the isotropic condition optically [ light of the wavelength beyond a visible ray is not scattered about substantially, and ] in the polymerization of the raw material monomer of a macromolecule, and the mixture of a liquid crystal ingredient. The 3rd invention in this invention is a light corpuscle child characterized by using the above-mentioned macromolecule / liquid crystal composite material.

[0012]

The 4th invention in this invention Furthermore, the substrate of a pair at least with transparent one side, It has a polarizing plate on the outside of the electrode formed in both these both [ one side or ], the liquid crystal layer pinched between said substrates, and said substrate. It is the liquid crystal display equipped with an electric-field impression means to impress electric field to a liquid crystal layer through said electrode. It consists of a macromolecule / liquid crystal composite material with which said liquid crystal layer consists of a macromolecule and a liquid crystal ingredient. Are isotropy optically at the time of non-electric field, and optical anisotropy is shown at the time of electric-field impression. The chiral pitch length in a room temperature has [ said liquid crystal ingredient ] 10nm chirality from 100 micrometers. It is the liquid crystal display component which said macromolecule forms the network structure of three-dimensions bridge formation, and a liquid crystal ingredient forms one continuous layer in this macromolecule, and is characterized by the content of the liquid crystal ingredient to a liquid crystal layer being 65 - 99 % of the weight.

[0013]

In this this invention, a desirable mode is a liquid crystal display component to which the chiral

pitch length of the liquid crystal ingredient used for a liquid crystal layer is characterized by being 10nm from 1 micrometer at a room temperature. In this invention, a still more desirable mode is a liquid crystal display component to which the liquid crystal ingredient used for a liquid crystal layer presents a chiral nematic phase or a blue phase at a room temperature, and the chiral pitch length of this liquid crystal ingredient is characterized by being 10nm from 1 micrometer at a room temperature.

In this invention, another desirable mode is a liquid crystal display component characterized by constituting the electrode so that it may be parallel to a substrate side and electric field can be impressed at least on one substrate of the substrate of a pair at a 2-way.

In this invention, still more nearly another desirable mode is a liquid crystal display component which an electrode is formed in the shape of a matrix, constitutes a pixel electrode, equips each pixel with an active component, and is characterized by this active component being a thin film transistor (TFT).

The 5th invention in this invention is a liquid crystal display which uses the above-mentioned liquid crystal display component.

#### [Effect of the Invention]

##### [0014]

By this invention, light of the wavelength field for example, more than the light is not scattered about substantially, and (high transparency) preparation of the macromolecule / liquid crystal composite material which is isotropy (isotropy) optically is attained, and this macromolecule / liquid crystal composite material show a big Kerr constant over a stably large temperature requirement. Compared with the conventional technique, the light corpuscle children using the macromolecule / liquid crystal composite material of this invention are low electric field, or are high transparency and isotropy, or even if a dielectric constant anisotropy and a refractive-index anisotropy use a low liquid crystal ingredient (liquid crystal ingredient which resistivity is high and is generally excellent in dependability), they can reach a desired electric-double-refraction value. Furthermore, the light corpuscle child using this has the features that the temperature dependence of a Kerr constant is small in a large temperature requirement.

#### [Best Mode of Carrying Out the Invention]

##### [0015]

This invention is explained to a detail below. In this invention, a liquid crystal ingredient means the single compound or liquid crystal constituent in which a liquid crystal phase is shown in the temperature to be used. In this invention, a macromolecule / liquid crystal composite material means the composite material which consists of a macromolecule and a liquid crystal ingredient. This invention realizes the macromolecule / liquid crystal composite material which is high transparency also in high liquid crystal ingredient content, and is isotropy, consequently enables it to discover a car multiplier with this big composite material by using the liquid crystal ingredient which has chirality. Here, in this invention, the macromolecule / liquid crystal composite material which are high transparency and are isotropy are not substantially scattered about in the light of the wavelength field more than the light, and mean that it is isotropy optically.

##### [0016]

Moreover, in this invention, the liquid crystal ingredient which the liquid crystal ingredient which has chirality points out the liquid crystal ingredient containing a chiral compound, for example, discovers a chiral nematic phase (cholesteric phase), blue phase, and chiral smectic C phase or a chiral smectic CA phase can be mentioned. Thus, as a liquid crystal ingredient which is one of the components of the composite material of this invention, and has chirality, especially a desirable thing is the thermotropic liquid crystal ingredient which consisted of cylindrical compounds, and presents a chiral nematic phase or a blue phase in a room temperature. In addition, what presents a chiral smectic C phase or a chiral smectic CA phase in a room temperature is desirable. Of course, the known liquid crystal ingredient used for the liquid crystal display component can also be used together.

##### [0017]

The macromolecule / liquid crystal composite material of this invention using the liquid crystal

ingredient which has chirality are isotropy in high transparency, and it is thought of because the condition that the correlation length of a liquid crystal ingredient is presenting finite and a long-distance liquid crystal phase microscopically is invented to discover a big car multiplier although it is isotropy macroscopically by dividing the molecular arrangement order of the liquid crystal ingredient which has chirality in the macromolecule network.

[0018]

The liquid crystal ingredient which has the chirality used in this invention like previous statement is a liquid crystal ingredient containing a chiral compound, namely, a liquid crystallinity compound [ achiral / as a liquid crystal ingredient which has a chiral nematic phase, blue phase, and chiral smectic C phase or a chiral smectic CA phase ] or a liquid crystallinity constituent (the word of liquid crystallinity reduces liquid crystal phase-isotropic phase transition temperature remarkably by mixing with the thing which has a liquid crystal phase, or a liquid crystal ingredient -- there is nothing -- although -- a generic name -- it is .) the following -- being the same -- the thing which mixed the chiral compound or constituent, a chiral liquid crystal compound, or a liquid crystal constituent can be used.

[0019]

The chiral pitch length of a liquid crystal ingredient which has the chirality used in this invention can be adjusted by mixing two or more sorts of liquid crystallinity compounds with which pitch length differs. However, the pitch length of an achiral compound is taken as infinity in this case. The inclination which serves as high transparency and isotropy more is seen, so that the chiral pitch length of a liquid crystal ingredient is short, if giant-molecule content is the same. Therefore, generally the chiral pitch length in the room temperature of the liquid crystal ingredient used by this invention is 100 micrometers - 10nm, is 10 micrometers - 10nm preferably, and is 1 micrometer - 10nm especially preferably, for example, may be 1 micrometer - 100nm or 1 micrometer - 50nm. If the liquid crystal ingredient which is 1 micrometer or less is used, it will become high transparency and isotropy remarkably.

There is no special limit about the positive/negative of the dielectric constant anisotropy of the liquid crystal ingredient used for this invention. However, respectively, since a car multiplier becomes large so that it is large, the absolute value of a dielectric constant anisotropy value ( $\Delta\epsilon$ ) and refractive-index anisotropy value ( $\Delta n$ ) of a liquid crystal ingredient are so desirable that all are large. However, since it is in the inclination for the resistivity of a liquid crystal ingredient to become large so that the absolute value of a dielectric constant anisotropy value or a refractive-index anisotropy value becomes large, it may become a problem in case it actually uses as a light corpuscle child. If the liquid crystal ingredient which has chirality according to this invention, and the composite material of a macromolecule are used, since it is possible to make liquid crystal ingredient content high, even if it uses the liquid crystal ingredient of a dielectric constant anisotropy value lower than the conventional technique and a refractive-index anisotropy value, it is possible to make the car multiplier called for discover. The liquid crystal ingredient may contain dichroism coloring matter and a photochromic compound.

[0020]

The macromolecule which is another component which constitutes the composite material of this invention is explained below. Although especially the macromolecule that constitutes the composite material of this invention is not limited, it can also use oligomer besides the monomer which consists of a low molecular weight compound, or a macro monomer as a raw material of a macromolecule, and uses it with the raw material monomer of a macromolecule in this invention in the semantics which includes these. Moreover, what has the three-dimensions structure of cross linkage by using the polyfunctional monomer which has two or more polymerization nature functional groups is desirable. In order for making the monomer beyond trifunctional contain 10% of the weight or more in a monomer still more preferably to make altitude discover high transparency and isotropy, it is desirable.

[0021]

moreover, it is about a part of thing which has a meso gene part as a raw material monomer of a macromolecule -- it is -- it is desirable to use all. As a monomer which does not have a meso gene part beyond trifunctional, a glycerol propoxy rate (1 PO/OH) thoria chestnut rate, A

pentaerythritol propoxy rate thoria chestnut rate, a pentaerythritol thoria chestnut rate, A trimethylol propane ethoxy rate thoria chestnut rate, a trimethylol propane propoxy rate thoria chestnut rate, Trimethylolpropane triacrylate, JI (trimethylol propane) tetraacrylate. Although pentaerythritol tetraacrylate, JI (pentaerythritol) pentaacrylate, JI (pentaerythritol) hexa acrylate, and trimethylolpropanetrimethacrylate can be mentioned, it is not limited to this.

[0022]

Although especially the monomer that has a meso gene part is not limited on structure, the monomer containing the partial frame expressed with a formula (1) can be mentioned.

-A1-Z1-A2-Z2-A3-Z3-A4- (1)

the inside of a formula (1), and A1 and A2 — single bond, the benzene ring, and a cyclohexane ring — A cyclohexene ring, a dioxane ring, a tetrahydropyran ring, a lactone ring, Rings, such as a pyridine ring, a pyrimidine ring, a pyridazine ring, or a thiophene ring, are shown. A3 and A4 The benzene ring, a cyclohexane ring, a cyclohexene ring, A dioxane ring, a tetrahydropyran ring, a lactone ring, a pyridine ring, a pyrimidine ring, Rings, such as a pyridazine ring or a thiophene ring, are shown. The ring in a formula (1) one or more hydrogen atoms Although you may permute by functional groups, such as an alkyl group, a halogen atom, a cyano group, a nitro group, and an amino group, and Z1, Z2, and Z3 show independently single bond, an alkylene group, -COO-, and -OCO- Although -CH2- of arbitration may be permuted by -O-, -S-, -CH=CH- (transformer), or -C\*\*C-, -O- cannot continue but a hydrogen atom may be permuted by the halogen atom.

[0023]

As a raw material monomer of a macromolecule which does not have a meso gene part, both an aliphatic series monomer and an aromatic series monomer can be used.

[0024]

Although especially the macromolecule used for the composite material of this invention is not limited, generally it is prepared according to photo-curing and heat curing. Although especially a polymerization nature functional group is not limited, and an acrylic radical, an methacrylic radical, a glycidyl group, styrene, etc. can be mentioned, in the above, an acrylic radical and an methacrylic radical are desirable from the viewpoint of the rate of polymerization in a production process.

[0025]

If the liquid crystal ingredient content in a macromolecule / liquid crystal composite material is the range which can hold high transparency and isotropy, in order to enlarge a car multiplier, its as much as possible high thing is desirable. In the macromolecule / liquid crystal composite material of this invention, generally this requirement can be filled with the high liquid crystal ingredient content of 30 – 99 % of the weight, and this requirement can be preferably filled especially also with the very high liquid crystal ingredient content of 70 – 99%, and further 80 – 99 % of the weight 65 to 99% of the weight. Practically, liquid crystal ingredient content is made into 65 – 95 % of the weight, or 65 – 90 % of the weight.

[0026]

Like previous statement, by using the liquid crystal ingredient which has chirality, it makes it possible to consider as the ingredient which can be made to discover high transparency and isotropy also in high liquid crystal content, and discovers a big car multiplier as a result, and, as for this invention, the temperature characteristic of a car multiplier also makes it possible to consider as a quiet ingredient further. That is, the macromolecule / liquid crystal composite material of this invention can show the car multiplier beyond  $1 \times 10^{-9} \text{mv}^{-2}$ , and the car multiplier beyond  $1 \times 10^{-10} \text{mv}^{-2}$  is shown in an especially desirable mode, and the field whose ratio of the car multiplier in 10 degrees C (for example, 25 degrees C and 35 degrees C) of temperature gradients is 1.5 or less exists. The small temperature dependence that that a car multiplier is large means that desired electric double refraction is discovered with low field strength, and the ratio of a 10 degrees C [ of temperature gradients ] car multiplier is 1.5 or less has the temperature dependence of an electric-double-refraction value synonymous with being stable over a small large temperature requirement, and is significant on a design of a light corpuscle child. [ of the temperature dependence ]

[0027]

With light or heat, the macromolecule / liquid crystal composite material of this invention can carry out the polymerization of what mixed the monomer with the liquid crystal ingredient, and can manufacture it. In this case, a photopolymerization initiator and a thermal polymerization initiator can be used. As a photopolymerization initiator, an optical radical polymerization initiator or an optical cationic initiator is desirable, and a heat radical polymerization initiator is desirable as a thermal polymerization initiator.

[0028]

The examples of an optical radical polymerization initiator are 184, 369, 500, 651, 784, 819, 907, 1300, 1700, 1800, 1850, 2959 (all are trade names), etc. from 1173 and 4265 (all are trade names), and the IRGACURE series from the DAROKYUA series of Tiba Speciality.

[0029]

The examples of the desirable initiator of the radical polymerization by heat are a benzoyl peroxide, diisopropyl peroxy dicarbonate, t-butylperoxy2-ethylhexanoate, t-butylperoxy perpivalate, t-BUCHIRUPA oxydi iso butyrate, lauroyl peroxide, 2, 2'-azobisiso butanoic acid dimethyl (MAIB), JI t-butyl peroxide (DTBPO), azobisisobutyronitril (azobisisobutironitoriru), azobis cyclohexane carbonitrile (ACN), etc.

[0030]

As an optical cationic initiator, a diaryl iodonium salt (it omits Following DAS), a triarylsulfonium salt (it omits Following TAS), etc. are raised. As DAS, diphenyliodonium tetrafluoroborate, Diphenyliodonium hexafluorophosphonate, diphenyliodonium hexafluoroarsenate, Diphenyliodonium trifluoromethane sulfonate, diphenyliodonium trifluoroacetate, Diphenyliodonium-p-toluene sulfonate, diphenyliodonium tetrapod (pentafluorophenyl) borate, 4-methoxyphenyl phenyliodonium tetrafluoroborate, 4-methoxyphenyl phenyliodonium hexafluorophosphonate, 4-methoxyphenyl phenyliodonium hexafluoroarsenate, A 4-methoxyphenyl phenyliodonium trifluoromethane sulfonate, 4-methoxyphenyl-phenyliodonium-trifluoroacetate, and 4-methoxyphenyl phenyliodonium-p-toluene sulfonate etc. is mentioned.

[0031]

In DAS, it can also high-sensitivity-ize by adding photosensitizers, such as a thioxan ton, phenothiazin, a chloro thioxan ton, xanthone, an anthracene, a diphenyl anthracene, and rubrene.

[0032]

As TAS, triphenylsulfonium tetrafluoroborate, Triphenylsulfonium hexafluorophosphonate, triphenylsulfonium hexafluoroarsenate, A triphenylsulfonium trifluoromethane sulfonate, triphenylsulfonium trifluoroacetate, Triphenylsulfonium-p-toluene sulfonate, triphenylsulfonium tetrapod (pentafluorophenyl) borate, 4-methoxyphenyl diphenyl sulfonium tetrafluoroborate, 4-methoxyphenyl diphenyl sulfonium hexafluorophosphonate, 4-methoxyphenyl diphenyl sulfonium hexafluoroarsenate, 4-methoxyphenyl diphenyl sulfonium trifluoromethane sulfonate, 4-methoxyphenyl diphenyl sulfonium trifluoroacetate, 4-methoxyphenyl diphenyl sulfonium-p-toluene sulfonate, etc. are mentioned.

[0033]

The example of the concrete trade name of an optical cationic initiator is the product of IRGACURE 250 (trade name) and GE SHIRIKONZU to UV-9380C (trade name) etc. from among the products of UCC from the product of the product of ADEKAOPUTOMA SP-150, SP-152, SP-170, SP-172 (respectively trade name), and low DIA to Photoinitiator 2074 (trade name), and a tiba speciality from the product of SAIRAKYUA UVI-6990, SAIRAKYUA UVI-6974, SAIRAKYUA UVI-6992 (respectively trade name), and Asahi Electrification.

[0034]

As for polymerization temperature, it is desirable that a macromolecule / liquid crystal composite material is the temperature which shows high transparency and isotropy. It is desirable to consider as the temperature which is the temperature to which the mixture of a monomer and a liquid crystal ingredient discovers an isotropic phase or a blue phase more preferably, and ends a polymerization in the isotropic condition optically [ a macromolecule / liquid crystal composite material are not substantially scattered about in the light of the wavelength beyond an isotropic phase or a visible ray, and ]. Moreover, it is desirable to end a polymerization at the temperature which temperature may be changed during a polymerization, starts a polymerization at the

temperature to which the mixture of a monomer and a liquid crystal ingredient discovers an isotropic phase or a blue phase in this case, and shows an isotropic condition optically [ a macromolecule / liquid crystal composite material are not substantially scattered about in the light of the wavelength beyond an isotropic phase or a visible ray and ].

[0035]

As for the macromolecule / liquid crystal composite material of this invention, the square of impression field strength and electric-double-refraction value  $\Delta nE$  serve as proportionality. When an electric-double-refraction value impresses electric field to an isotropic medium, it is a birefringence value by which induction is carried out here. In this case, when you originate in an electric-double-refraction value at the chemical structure of a liquid crystal ingredient and there is threshold value, suppose that it does not require that an electric-double-refraction value is proportional to the square of impression field strength strictly in all impression field strength.

[0036]

The giant molecule / liquid crystal composite material of this invention can be used as various kinds of light corpuscle children who do so functions based on the features-electro-optical effect on \*\*, such as light modulation and optical switching. That is, the light corpuscle child who consists of the macromolecule / liquid crystal composite material of this invention can use in large fields, such as a display, an optical printer, the optical exchange, optical operation equipment, and an optical memory unit. Although it devises suitably, and is constituted according to each application and it is not limited especially, when each of these equipments illustrate some of desirable modes, they are as follows.

[0037]

As light modulation or a fundamental component for optical switching, the macromolecule / liquid crystal composite material of this invention can be used as a modulated light layer, and the thing which makes it come to pinch this with a substrate with an electrode, or the thing made to come to \*\*\*\* with the substrate which has the Kushigata electrode, and the substrate which does not have an electrode can be mentioned. This modulated light component can be made into a light corpuscle child by induction of the birefringence being carried out by electric field, and combining with a polarizing plate. In a display, it is the liquid crystal shutter arranged in order of the liquid crystal shutter arranged in order of a polarizing plate, a transparent electrode, the orientation film, a modulated light layer, the orientation film, the transparent electrode, and the polarizing plate or the polarizing plate, the modulated light layer, the Kushigata electrode, and the polarizing plate, and it considers as the modulated light layer which passes or intercepts light by electric-field impression, the giant molecule / liquid crystal composite material of this invention are used, and a display is constituted together with a color filter and a back light. Moreover, when using for a display, combination with various kinds of optical films, such as various kinds of phase contrast plate films, angle-of-visibility compensation films, etc., is effective. Moreover, combination with TFT (thin film transistor) is also possible as a circuit means of electric-field impression. The light corpuscle child who consists of the composite material of this invention also in an optical printer functions as a liquid crystal shutter, combines with a light source unit, and constitutes a printer head. In the optical exchange, the giant molecule / liquid crystal composite material of this invention are used as a liquid crystal hologram component which controls the travelling direction of light, sequential arrangement of optical system, a liquid crystal hologram component, and the optical device array is carried out, and it functions as components for changing the optical connection between functional devices. The macromolecule / liquid crystal composite material of this invention are used by the transparency control layer of an ingredient which has the translucency from which the amount of transmitted lights and the transparency direction of incident light change in optical operation equipment. This transparency control layer can be demarcated, two or more unit constructs can be constituted with an address electrode, the reinforcement of electric field can be changed to each unit construct, the amount of transmitted lights and the transparency direction can be controlled, and it can calculate using the distribution and the transparency direction of the amount of transmitted lights which each unit construct has. In an optical memory unit, the macromolecule / liquid crystal composite material of this invention are used as a light corpuscle child who generates wave aberration symmetrical with

rotation, and an optical pickup is constituted with laser, a lily mate lens, and an objective lens.  
[0038]

This invention is not limited by these examples although an example explains to this invention  
pan concretely below. In addition, in the following examples, in an isotropic phase and N, a  
nematic phase and BP express a blue phase and Ch expresses [ I ] a cholesteric phase. An I-N  
phase transition point may be said to below as an I-N point. An I-Ch phase transition point may  
be called I-Ch point. An I-BP phase transition point may be called I-BP point.

[0039]

In this invention, correlation length's measurement was performed by the following approaches.  
Measurement of other physical-properties values followed JEOL machine British Standard  
(Standard of Electronic Industries Association of Japan), the approach indicated by EIAJ-ED-  
2521A, or the approach which embellished this.

[0040]

Correlation length ( $\xi$ ): The cel used for measurement injected the monomer of this invention,  
and the mixture of an optical activity liquid crystal ingredient into the cel (cel thickness: 12.6-  
12.9 micrometers) which consists of two glass with an ITO electrode, and obtained them by  
irradiating ultraviolet rays. The dispersion profile of this cel was measured with high polymer film  
dynamics analysis equipment (Otsuka Electron and DYNA-3000 mold). The light source used for  
measurement is helium-Ne laser (633nm). A dispersion profile is obtained as change of the  
dispersion reinforcement I which makes scattering vector q a variable. From the obtained  
dispersion profile, it asked for correlation length ( $\xi$ ) by the formula of following Debye-Bueche.  
 $I(q) = I(0)/(1+xi^2q^2)^2$

[0041]

Phase-transition point (I-BP point [ an I-N point, an I-Ch point, and ]);\*\*: The sample was put  
on the hot plate of melting point apparatus equipped with the polarization microscope, and after  
carrying out a temperature up to the temperature from which a sample becomes an isotropic  
phase first, it cooled the rate for 1-degree-C/. Temperature when a part of sample changes  
from an isotropic liquid to a nematic phase, a cholesteric phase, or a blue phase was measured.  
[0042]

Minimum temperature of a nematic phase (TC;\*\*): After paying the sample which has a nematic  
phase to the carboy and keeping it for ten days in a freezer (0 degree C, -10 degrees C, -20  
degrees C, -30 degrees C, and -40 degrees C), the liquid crystal phase was observed. For  
example, when a sample was still a nematic phase at -20 degrees C and changed to a crystal or  
a smectic phase at -30 degrees C, it was indicated as  $TC \leq -20$  degree C. The minimum  
temperature of a nematic phase may be abbreviated to "minimum temperature."

[0043]

Viscosity ( $\eta$ ; 20 degrees C measurement; mPa-s): E mold viscometer was used for  
measurement of viscosity.

[0044]

Optical anisotropy (refractive-index anisotropy; it measures at  $\Delta n$ ; 25 degree C): The Abbe  
refractometer which attached the polarizing plate in the eyepiece performed measurement using  
light with a wavelength of 589nm. After carrying out rubbing of the front face of the main prism  
to an one direction, the sample was dropped at the main prism. Refractive-index  $n_{||}$  was  
measured when the direction of polarization was parallel to the direction of rubbing. Refractive-  
index  $n_{\perp\perp}$  was measured when the direction of polarization was perpendicular to the direction of  
rubbing. It calculated from the formula of  $\Delta n = n_{||} - n_{\perp\perp}$ .

[0045]

Dielectric constant anisotropy (it measures at  $\Delta \epsilon$ ; 25 degree C)

1) The liquid crystal ingredient whose dielectric constant anisotropy is forward : the sample was  
paid to TN cel whose twist angle spacing (gap) of two glass substrates is about 9 micrometers,  
and is 80 degrees. The sine wave (10V, 1kHz) was impressed to this cel, and the dielectric  
constant ( $\epsilon_{||}$ ) in the direction of a major axis of a liquid crystal molecule was measured  
after 2 seconds. The sine wave (0.5V, 1kHz) was impressed to this cel, and the dielectric  
constant ( $\epsilon_{\perp\perp}$ ) in the direction of a minor axis of a liquid crystal molecule was measured

after 2 seconds. The value of a dielectric constant anisotropy was calculated from the formula of delta epsilon=epsilon<sub>||</sub>-epsilon\*\*\*\*.

[0046]

2) The liquid crystal ingredient whose dielectric constant anisotropy is negative : spacing (gap) of two glass substrates paid the sample to the liquid crystal cell processed to about 9 micrometers and a homeotropic orientation, impressed the sine wave (0.5V, 1kHz), and measured the dielectric constant of 2 seconds after (epsilon<sub>||</sub>). Spacing (gap) of two more glass substrates paid the sample to the liquid crystal cell processed to about 9 micrometers and homogeneous orientation, impressed the sine wave (0.5V, 1kHz), and measured the dielectric constant of 2 seconds after (epsilon\*\*). The value of a dielectric constant anisotropy was calculated from the formula of delta epsilon=epsilon<sub>||</sub>-epsilon\*\*\*\*.

[0047]

Threshold electrical potential difference (it is measurement;V at Vth;25 degree C): The LCD5100 mold luminance meter by Otsuka electronic incorporated company was used for measurement. The light source is a halogen lamp. Spacing (cel gap) of two glass substrates is 5.0 micrometers, and the sample was paid to TN component in the no MARI White mode (normally white mode) in which a twist angle is 80 degrees. The electrical potential difference impressed to this TN component made it increase 0.02v at a time from 0V to 10V by gradually. In this case, light was irradiated perpendicularly at the component and the quantity of light which penetrated the component was measured. The electrical-potential-difference-permeability curve whose time of this quantity of light becoming max is 100% of permeability and whose time of this quantity of light being min is 0% of permeability was created. A threshold electrical potential difference is an electrical potential difference when permeability becomes 90%.

[0048]

Electrical-potential-difference retention (it is measurement;% at VHR;25 degree C): TN component used for measurement has the polyimide orientation film, and a cel gap is 6 micrometers. After this component paid the sample, it was sealed with the adhesives which carry out a polymerization by ultraviolet rays. The pulse voltage (it is 60 microseconds at 5V) was impressed to this TN component, and it was charged. The electrical potential difference to decrease was measured for 16.7 m seconds with the high-speed voltmeter, and it asked for the area between an electrical-potential-difference curve and an axis of abscissa in the unit period. It asked for area similarly from the wave of the electrical potential difference measured after removing TN component. Electrical-potential-difference retention was computed by having compared the value of two area.

[0049]

Pitch (P; 25 degrees C measurement; nm): Pitch length measured using selective reflection (page 196 of a liquid crystal handbook (the 2000 issue, Maruzen)). Relational-expression <n>p/lambda =1 is materialized on the selective reflection wavelength lambda. <n> expresses an average refractive index and is given by the degree type here. <n>= {((n||<sup>2</sup>+n\*\*<sup>2</sup>) / 2} <sup>1/2</sup>. Selective reflection wavelength was measured with the microspectrophotometer (JEOL Co., Ltd., trade name MSV-350). the obtained reflected wave length — an average refractive index — \*\*\*\* — it asked for the pitch by things.

[0050]

In the field where optically active compound concentration is low, since the pitch of the cholesteric liquid crystal which has reflected wave length from the light to a long wavelength field was proportional to the inverse number of the concentration of an optically active compound, it measured several pitch length of liquid crystal which has selective reflection wavelength to a light field, and asked for it with the linear extrapolation method.

[Example 1]

[0051]

The liquid crystal constituent A1 which mixed [ the liquid crystal constituent J (I-N point = 97 degrees C, deltaepsilon=5.7, deltan=0.142) (the chemical structure type and presentation are shown in drawing 8) ] chiral compound ZLI-4572 (registry number: 154102-21-3, product made from Merck) for the 4-pentyl-4'-cyano biphenyl (5CB) 11.5% of the weight 38.5% of the weight

50% of the weight as a liquid crystal ingredient was prepared. The phase transition point of the liquid crystal constituent A1 was I-53.2-BPII-52.5-BPI-51.7-Ch(degree-C). Moreover, the selective reflection wavelength in 25 degrees C of a liquid crystal constituent was 351nm, and the average refractive index was 1.6. Therefore, pitch length was 220nm.

#### Preparation of the mixture of a monomer and a liquid crystal ingredient

1 which is the bifunctional monomer which has a meso gene for the trimethylolpropane triacrylate which is acrylate which does not have a meso gene for the liquid crystal constituent A1 by trifunctional 87.1% of the weight as a liquid crystal ingredient and mixture of a monomer 5.38% of the weight, and the liquid crystal constituent A2 which mixed the 2 and 2'-dimethoxy phenyl acetophenone for 4-JI (4-(6-(acryloyloxy) hexyloxy) benzoxyloxy)-2-methylbenzene 0.41% of the weight as a photopolymerization initiator 7.12% of the weight were prepared. The I-BP point of A2 was 40.8 degrees C.

#### Preparation of a macromolecule / liquid crystal composite material

It \*\*\*\*(ed) between the glass substrates with an ITO electrode with which orientation processing of the liquid crystal constituent A2 is not performed (inter-electrode distance of 12.9 micrometers), and the obtained cel was heated to the 42.8-degree C isotropic phase. In this condition, ultraviolet radiation (ultraviolet radiation on-the-strength 1.5mWcm<sup>-2</sup> (365nm)) was irradiated for 20 minutes. The macromolecule / liquid crystal composite-material A3 from which after exposure termination was obtained discovered high transparency and isotropy. This condition was maintained below at the room temperature.

#### [Example 2]

##### [0052]

#### Preparation of the mixture of a monomer and a liquid crystal ingredient

Liquid crystal constituent B-2 which mixes 1, 2, and 4-Tori (4 -(6-acryloyloxy hexyloxy)- phenyl carbonyloxy) benzene which is trifunctional acrylate which has a meso gene radical for the liquid crystal constituent A1 87.0% of the weight as a liquid crystal ingredient and mixture of a monomer 0.3% of the weight as 12.7 % of the weight and a photopolymerization initiator, and consists a 2 and 2'-dimethoxy phenyl acetophenone of mixture of a monomer and a liquid crystal ingredient was prepared. The I-BP point of B-2 was 51 degrees C.

#### Preparation of a macromolecule / liquid crystal composite material

It \*\*\*\*(ed) between the glass substrates with an ITO electrode with which orientation processing of liquid crystal constituent B-2 is not performed (inter-electrode distance of 13 microns), and the obtained cel was heated to the 55.0-degree C isotropic phase. In this condition, ultraviolet radiation (ultraviolet radiation on-the-strength 1.5mWcm<sup>-2</sup> (365nm)) was irradiated for 20 minutes. The obtained macromolecule / liquid crystal composite material B3 discovered high transparency and isotropy, even if it cooled to the temperature below a room temperature.

##### [0053]

#### [The example 1 of a comparison]

#### Preparation of the mixture of a monomer and a liquid crystal ingredient

4-(4-pentyl cyclohexyl) benzoic acid which is [ constituent / A1 / liquid crystal ] 38.5 % of the weight and racemic modification of ZLI-4572 about 50 % of the weight and 5CB in the liquid crystal constituent J in an example 2 The 1-phenyl -1, 2-ethane diyl Except having considered as the liquid crystal constituent C1 which mixed ester 11.5% of the weight, the liquid crystal constituent C2 which consists of mixture of a monomer and a liquid crystal ingredient according to the approach of an example 2 was prepared. The I-N point of the liquid crystal constituent C2 was 51 degrees C.

#### Preparation of a macromolecule / liquid crystal composite material

According to the approach of an example 2, a macromolecule / liquid crystal composite material (C3a, C3b, C3c) was prepared except having changed liquid crystal constituent B-2 to C2, and having performed the ultraviolet radiation exposure at different temperature of 52 degrees C, 55 degrees C, and 80 degrees C. Phase transition of all of such composite material was clearly carried out at 52 degrees C to the bottom of cooling from an isotropic phase, and they became scatterer. It became impossible that is, to hold transparency and isotropy.

[0054]

[The example 2 of a comparison]

Preparation of the mixture of a monomer and a liquid crystal ingredient

The liquid crystal constituent D2 which consists of mixture of a monomer and a liquid crystal ingredient according to the approach of the example 1 of a comparison was prepared except having made the liquid crystal constituent C1 into the 4-heptyl-4'-cyano biphenyl (7CB) in the example 1 of a comparison. The I-N point of the liquid crystal constituent D2 was 41 degrees C.

Preparation of a macromolecule / liquid crystal composite material

According to the approach of an example 2, a macromolecule / liquid crystal composite material D3 was prepared except having changed liquid crystal constituent B-2 to D2, and having performed the ultraviolet radiation exposure at 43 degrees C. Phase transition of this composite material was clearly carried out at 42 degrees C to the bottom of cooling from an isotropic phase, and it became scatterer. It became impossible that is, to hold transparency and isotropy.

[Example 3]

[0055]

It has arranged to the optical system which shows the cel by which the macromolecule / liquid crystal composite-material A3 obtained in the example 1 were \*\*\*\*(ed) to drawing 1.  $\Delta\text{tanE}$  was computed from the transmitted light reinforcement at the time of impressing sinusoidal wave alternative current electric field (frequency of 1kHz) to a cel. It asked for calculation of  $\Delta\text{tanE}$  by multiplying observed-value  $\Delta\text{tan}$  (45 degrees) measured by the system whose incident angle of the laser to the electric-field impression direction of drawing 1 is 45 degrees by the correction factor. The correction factor created separately the system from which the incident angle of laser becomes 90 degrees to the electric-field impression direction, and computed it from the ratio of the value acquired by this 90-degree incidence system, and the value of  $\Delta\text{tan}$  (45 degrees). The correction factor was 2.7.

From the inclination of a plot of  $\Delta\text{tanE}$  to the square of field strength, the Kerr constant which a macromolecule / liquid crystal composite-material A3 shows was computed. Temperature and the relation of a Kerr constant were shown in drawing 2. From drawing 2, the macromolecule / liquid crystal composite-material A3 obtained in the example 1 discover the car multiplier exceeding  $1.9 \times 10^{-9} \text{ mV}^{-2}$ , and (25-degree C Kerr constant) is /(35-degree C Kerr constant) =1.05, and was understood that temperature dependence is small.

[Example 4]

[0056]

(Relation between a pitch and dispersion reinforcement)

Preparation of a liquid crystal constituent

By mixing a 4-pentyl-4'-cyano biphenyl (5CB) for the liquid crystal constituent J 43.5% of the weight 56.5% of the weight, the liquid crystal constituent E1 was prepared, chiral compound ZLI-4572 were added with various molar fractions to this, and liquid crystal constituent E1 a-E1h from which a pitch differs was prepared. The presentation of liquid crystal constituent E1 a-E1h, the phase transition point, and the pitch in 25 degrees C were shown in Table 1. However, E1h is the same presentation as the liquid crystal constituent A1.

[0057]

[Table 1]

表1. 液晶組成物の組成と物性値

組成物名	組成(重量%)		相転移点(°C)			ピッチ長 (nm)
	E1a	ZLI-4572	I-N	I-Ch	I-BP	
E1a	100.0	0.0	63.0			∞
E1b	97.0	3.0		60.4		850
E1c	96.0	4.0		59.7		640
E1d	95.0	5.0		58.9		480
E1e	94.0	6.0			58.2	400
E1f	92.9	7.9			56.7	310
E1g	90.0	10.0			55.1	250
E1h	88.5	11.5			53.2	220

[0058]

Preparation of the mixture of a monomer and a liquid crystal ingredient

Except replacing the liquid crystal constituent A1 with liquid crystal constituent E1 a-E1h, liquid crystal constituent E2 a-E2h which is the mixture of a monomer and a liquid crystal ingredient was prepared according to the approach of an example 1.

Preparation of a macromolecule / liquid crystal composite material

According to the approach of an example 2, a macromolecule / liquid crystal composite-material E3 a-E3h was prepared except having performed the ultraviolet radiation exposure at 2.5-degree-C elevated temperature from the I-N point of liquid crystal constituent E1 a-E1h, the I-Ch point, and the I-BP point.

Measurement of light-scattering reinforcement

The dispersion profile of a macromolecule / liquid crystal composite-material E3 a-E3h was measured using high polymer film dynamics analysis equipment DYNA-3000 (a trade name / Otsuka Electron). The light source performed measurement temperature at 10-degree-C low temperature using helium-Ne laser (633nm) from the I-N point of liquid crystal constituent E1 a-E1h of having used for a macromolecule / liquid crystal composite-material E3 a-E3h, the I-Ch point, and the I-BP point. The result was shown in drawing 3 . Drawing 3 (a) and (b) are Vv dispersion profile and Hv dispersion profile, respectively, and are obtained as change of the dispersion reinforcement I by making scattering vector q into a variable. Remarkable dispersion strength reduction was checked in the composite material (E3b, E3c, and E3d) using the liquid crystal ingredient with which all have chirality. Furthermore, it was checked from the composite material using the liquid crystal ingredient which the composite material (E3e, E3f, E3h, and E3g) using the liquid crystal ingredient which discovers a blue phase as a liquid crystal ingredient does not discover a blue phase, and discovers a chiral nematic phase that dispersion reinforcement decreases further. The composite material using the liquid crystal ingredient which the transparency of composite material and isotropy improve remarkably and discovers a blue phase further by introducing chirality into a liquid crystal ingredient from this result was understood that transparency and isotropy are more good.

[Example 5]

[0059]

(Permeability and extinction ratio)

Preparation of a macromolecule / liquid crystal composite material

According to the approach of an example 2, a macromolecule / liquid crystal composite-material E4a, and E4h were prepared except having performed the ultraviolet radiation exposure at 2-degree-C elevated temperature from mixture E2a of a monomer and a liquid crystal ingredient and the E2h I-N point, and the I-BP point.

Permeability and an extinction ratio

Drawing 4 is drawing which plotted E4a, E4h permeability, and an extinction ratio to the temperature standardized at the I-N point and I-BP point of a liquid crystal ingredient. E4a prepared from E1a which consists of nematic liquid crystal ingredients is understood that permeability decreases rapidly near the I-N point of E1a, and the extinction ratio is increasing. That is, it turns out that transparency decreased greatly near the phase transition point of E1a, and isotropy was also lost. An E1h I-BP point shows that the big change to permeability and an extinction ratio is not seen at a low temperature side E4h prepared on the other hand from liquid crystal ingredient E1h which has chirality. That is, as for an E1h phase transition point, about 30-degree-C low temperature side also shows that transparency and isotropy are maintained.

[Example 6]

[0060]

It \*\*\*\*(ed) between the tandem-type electrode substrate with which orientation processing of the liquid crystal constituent A2 of an example 1 is not performed, and the opposite glass substrate (non-electrode grant), and the obtained cel was heated to the 42.8-degree C isotropic phase. Spacing of a substrate is 13 micrometers. In this condition, ultraviolet radiation (ultraviolet radiation on-the-strength 1.5mWcm<sup>-2</sup> (365nm)) was irradiated for 20 minutes. The liquid crystal cell F3 using the obtained macromolecule / liquid crystal composite material discovered high transparency and isotropy. Moreover, this condition was maintained below at the room temperature. The electrode of a tandem-type electrode substrate is a dimension shown in drawing 5, and used vapor-deposited aluminum film for the electrode.

It set to the optical system which showed the macromolecule / liquid crystal composite-material liquid crystal cell F3 obtained here to drawing 6, and the electro-optics property was measured. The set to optical system was set so that unlike the optical system of drawing 1 it might be made for whenever [ to the cel of laser light / incident angle ] to become perpendicular to a cel side and the direction of a line of a tandem-type electrode might become 45 degrees to Polarizer and an Analyzer polarizing plate, respectively. It turned out that the contrast ratio (transmitted light quantitative ratio at the time of electric-field impression and un-impressing) when impressing a 1kHz alternating current sine wave becomes like drawing 7, and ON/OFF of the transmitted light can be performed by electric-field impression. In addition, measurement temperature is 25 degrees C of a room temperature.

[Example 7]

[0061]

Liquid crystal constituent B-2 of an example 2 was \*\*\*\*(ed) like the example 6 between the tandem-type electrode substrate and the opposite glass substrate (non-electrode grant), and the obtained cel was heated to the 55.0-degree C isotropic phase. Spacing of a substrate is 12 micrometers. In this condition, ultraviolet radiation (ultraviolet radiation on-the-strength 1.5mWcm<sup>-2</sup> (365nm)) was irradiated for 20 minutes. The obtained macromolecule / liquid crystal composite-material G3 discovered high transparency and isotropy. This condition was maintained below at the room temperature. When two polarizing plates which made the polarization direction intersect perpendicularly pinched this liquid crystal cell and the alternating current electric field of 50V were impressed, it was off and it turned out are [ of electric field ] ON / that two conditions of \*\* and dark are realizable. An impression alternating current is a 1kHz alternating current sine wave. It checked that two conditions appeared in the place which installed the liquid crystal cell in the thermostat, changed temperature among 10-50 degrees C, and tried electric-field ON / OFF similarly, and this temperature requirement.

[Example 8]

[0062]

A macromolecule / liquid crystal composite material H3 was obtained like the example 1 except having made ultraviolet radiation exposure temperature into 55.0 degrees C. This composite material H3 discovered high transparency and isotropy also in the temperature below a room temperature. When the car multiplier was measured for this thing like the example 3, the car multiplier [ in / in the car multiplier in 35 degrees C / 2.3x10 to 9 mV - 2 or 25 degrees C ] was 2.2x10-9mV-2. It is (a 35-degree C Kerr constant) / (25-degree C Kerr constant) =1.05, and it turned out that temperature dependence is small.

## [Example 9]

[0063]

1 which is the bifunctional monomer which has a meso gene for the trimethylolpropane triacrylate which is acrylate which does not have a meso gene for the liquid crystal constituent A1 by trifunctional 84.48% of the weight as a liquid crystal ingredient and mixture of a monomer 6.49% of the weight, and the liquid crystal constituent I2 which mixed the 2 and 2'-dimethoxy phenyl acetophenone for 4-JI (4-(6-(acryloyloxy) hexyloxy) benzyloxy)-2-methylbenzene 0.46% of the weight as a photopolymerization initiator 8.57% of the weight were prepared. The I-BP point of the liquid crystal constituent I2 was 38.6 degrees C. A macromolecule / liquid crystal composite material I3 was prepared like the example 1 except having changed to the liquid crystal constituent A2, and having used the liquid crystal constituent I2. This composite material I3 discovered high transparency and isotropy also in the temperature below a room temperature. When the car multiplier was measured for this thing like the example 3, the car multiplier [ in / in the car multiplier in 35 degrees C /  $1.65 \times 10$  to 9 mV - 2 or 25 degrees C ] was  $1.64 \times 10 - 9 \text{mV} - 2$ . It is (a 35-degree C Kerr constant) / (25-degree C Kerr constant) = 1.01, and it turned out that temperature dependence is small.

## [Example 10]

[0064]

The liquid crystal constituent J2 which mixed 1 and 4-JI (4-(6-(acryloyloxy) hexyloxy) benzyloxy)-2-methylbenzene for trimethylolpropane triacrylate 8.61% of the weight 79.38% of the weight as a liquid crystal ingredient and mixture of a monomer, and mixed the 2 and 2'-dimethoxy phenyl acetophenone for the liquid crystal constituent A1 0.63% of the weight as a photopolymerization initiator 11.38% of the weight was prepared. The I-Ch point of the liquid crystal constituent J2 was 34.6 degrees C. A macromolecule / liquid crystal composite material J3 was prepared like the example 1 except having changed to the liquid crystal constituent A2, and having used the liquid crystal constituent J2. This composite material J3 discovered high transparency and isotropy also in the temperature below a room temperature. When the car multiplier was measured for this thing like the example 3, the car multiplier [ in / in the car multiplier in 35 degrees C /  $1.1 \times 10$  to 9 mV - 2 or 25 degrees C ] was  $1.1 \times 10 - 9 \text{mV} - 2$ . It is (a 35-degree C Kerr constant) / (25-degree C Kerr constant) = 1, and it turned out that temperature dependence is small.

## [Example 11]

[0065]

The liquid crystal constituent K2 which mixed 1 and 4-JI (4-(6-(acryloyloxy) hexyloxy) benzyloxy)-2-methylbenzene for trimethylolpropane triacrylate 12.93% of the weight 69.03% of the weight as a liquid crystal ingredient and mixture of a monomer, and mixed the 2 and 2'-dimethoxy phenyl acetophenone for the liquid crystal constituent A1 0.96% of the weight as a photopolymerization initiator 17.08% of the weight was prepared. The I-Ch point of the liquid crystal constituent K2 was 26.4 degrees C. A macromolecule / liquid crystal composite material K3 was prepared like the example 1 except having changed to the liquid crystal constituent A2, and having used the liquid crystal constituent K2. This composite material K3 discovered high transparency and isotropy also in the temperature below a room temperature. When the car multiplier was measured for this thing like the example 3, the car multiplier [ in / in the car multiplier in 35 degrees C /  $2.98 \times 10$  to 10 mV - 2 or 25 degrees C ] was  $2.92 \times 10 - 10 \text{mV} - 2$ . It is (a 35-degree C Kerr constant) / (25-degree C Kerr constant) = 1.02, and it turned out that temperature dependence is small.

## [Availability on industry]

[0066]

The macromolecule / liquid crystal composite material of this invention are isotropy in high transparency, and can be used in many fields on industry as a great light corpuscle child who shows a big car multiplier over a large temperature requirement so that clearly from the above detailed explanation.

## [Brief Description of the Drawings]

[0067]

[Drawing 1] The optical system used in order to measure the Kerr effect is shown.  
[Drawing 2] The relation of the car multiplier (K) and temperature which were measured about one example of a macromolecule / liquid crystal composite material is shown.  
[Drawing 3] The dispersion profile measured about a macromolecule / liquid crystal composite material is shown.  
[Drawing 4] The temperature change of the permeability measured about a macromolecule / liquid crystal composite material and an extinction ratio is shown.  
[Drawing 5] The ctenidium electrode pattern of a ctenidium electrode cel is shown.  
[Drawing 6] The optical system used in order to measure the Kerr effect of a ctenidium electrode cel is shown.  
[Drawing 7] The contrast of a ctenidium electrode cel and the relation of field strength are shown.  
[Drawing 8] The chemical structure type of the liquid crystal constituent J used with the real example and a presentation are shown.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

#### DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[0067]

[Drawing 1] The optical system used in order to measure the Kerr effect is shown.  
[Drawing 2] The relation of the car multiplier (K) and temperature which were measured about one example of a macromolecule / liquid crystal composite material is shown.  
[Drawing 3] The dispersion profile measured about a macromolecule / liquid crystal composite material is shown.  
[Drawing 4] The temperature change of the permeability measured about a macromolecule / liquid crystal composite material and an extinction ratio is shown.  
[Drawing 5] The ctenidium electrode pattern of a ctenidium electrode cel is shown.  
[Drawing 6] The optical system used in order to measure the Kerr effect of a ctenidium electrode cel is shown.  
[Drawing 7] The contrast of a ctenidium electrode cel and the relation of field strength are shown.  
[Drawing 8] The chemical structure type of the liquid crystal constituent J used with the real example and a presentation are shown.

---

[Translation done.]

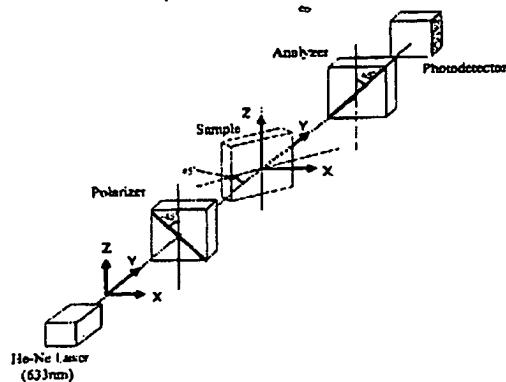
\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

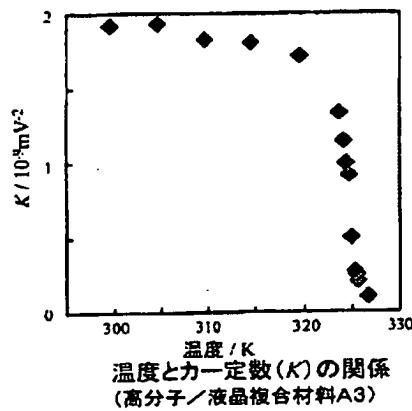
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

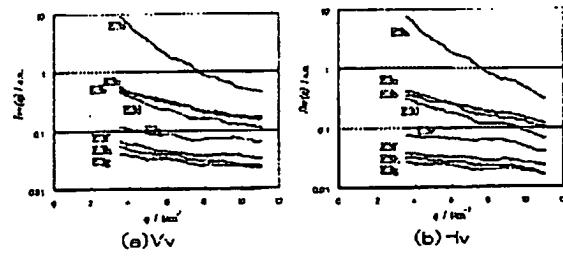
### [Drawing 1]



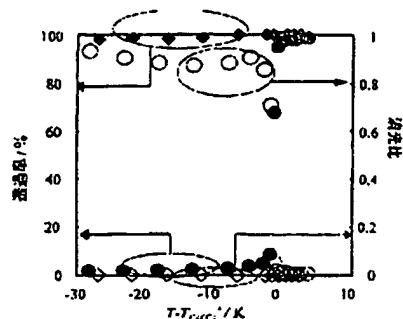
### [Drawing 2]



### [Drawing 3]

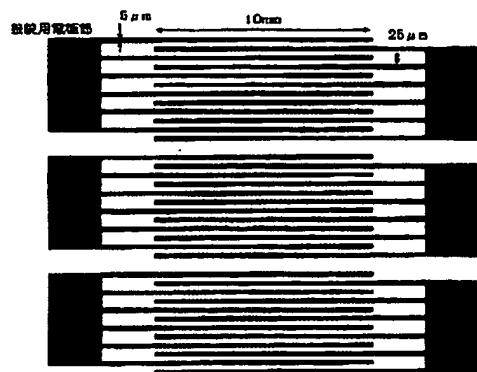


### [Drawing 4]

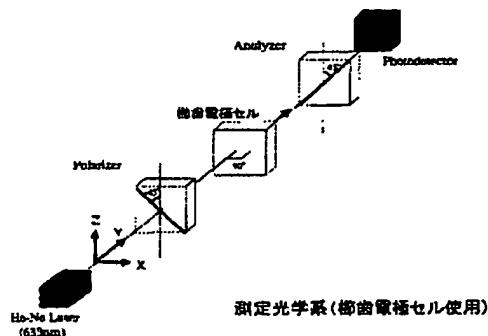


透過率と消光比の温度変化 (E4aの透過率: ●, E4hの透過率:  
◆, E4aの消光比: ○, E4hの消光比: □).  
\*  $T_{crossover}$  は試品組成物E1a, E1hのI-N転移点, I-BP転移点である。

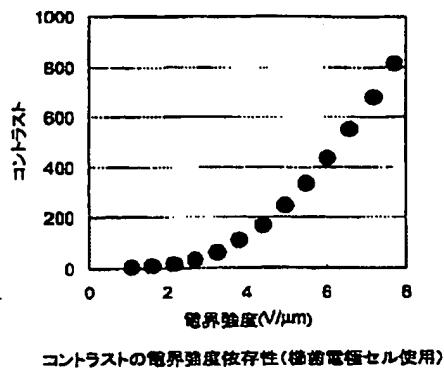
### [Drawing 5]



### [Drawing 6]

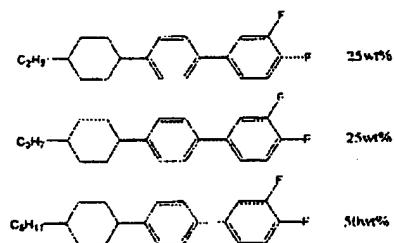


### [Drawing 7]



コントラストの電界強度依存性(標準電極セル使用)

## [Drawing 8]



液晶組成物 J の組成

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-336477

(P2005-336477A)

(43) 公開日 平成17年12月8日(2005.12.8)

(51) Int.CI.<sup>7</sup>

C09K 19/54  
C09K 19/02  
G02F 1/13  
G02F 1/1334  
G02F 1/139

F 1

C09K 19/54  
C09K 19/02  
G02F 1/13 500  
G02F 1/1334  
G02F 1/139

Z

テーマコード(参考)

2H088  
2H089

4H027

審査請求 未請求 請求項の数 18 O.L. (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2005-130712 (P2005-130712)  
 (22) 出願日 平成17年4月28日 (2005.4.28)  
 (31) 優先権主張番号 特願2004-134993 (P2004-134993)  
 (32) 優先日 平成16年4月30日 (2004.4.30)  
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

(71) 出願人 503360115  
独立行政法人科学技術振興機構  
埼玉県川口市本町4丁目1番8号  
 (71) 出願人 000002071  
チッソ株式会社  
大阪府大阪市北区中之島3丁目6番32号  
 (74) 代理人 100087675  
弁理士 筒井 知  
 (72) 発明者 菊池 裕嗣  
福岡県福岡市南区長丘1-6-23-60  
2  
 (72) 発明者 長谷場 康宏  
福岡県前原市大字高田271-3ロイヤル  
マンション周船寺西803

最終頁に続く

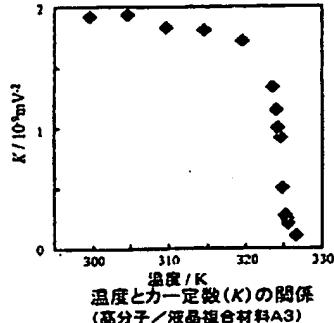
(54) 【発明の名称】高分子とキラリティーを有する液晶材料とからなる複合材料、該複合材料の製造方法、および該複合材料を用いる光素子

## (57) 【要約】

【課題】 液晶材料含有率が高いにもかかわらず、高透明性で光学的に等方性であり、広い温度範囲で大きく安定したカーボン係数を示す高分子／液晶複合材料、およびその製造方法とそれを用いる光素子を提供する。

【解決手段】 高分子と液晶材料からなり、可視光線以上の波長の光を実質的に散乱せず、かつ電界を印加していない時に光学的に等方性であり、液晶材料がキラリティーを有する液晶材料であることを特徴とする高分子／液晶複合材料による。カーボン係数が  $1 \times 10^{-9} \text{ mV}^{-2}$  以上を示し、またはカーボン係数が  $1 \times 10^{-10} \text{ mV}^{-2}$  以上を示し、かつ温度差  $10^{\circ}\text{C}$  のカーボン係数の比が  $1.5$  以下である領域が存在する高分子／液晶複合材料を得ることもできる。

【選択図】 図2

温度とカーボン係数(K)の関係  
(高分子／液晶複合材料A3)

**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

高分子と液晶材料からなり、可視光線以上の波長の光を実質的に散乱せず、かつ電界を印加していない時に光学的に等方性であり、液晶材料がキラリティーを有する液晶材料であることを特徴とする高分子／液晶複合材料。

**【請求項 2】**

カーボン数が  $1 \times 10^{-9} \text{ m V}^{-2}$  以上を示す請求項 1 に記載の高分子／液晶複合材料。

**【請求項 3】**

カーボン数が  $1 \times 10^{-10} \text{ m V}^{-2}$  以上を示し、かつ温度差  $10^\circ\text{C}$  でのカーボン数の比が 1.5 以下である領域が存在する請求項 1 に記載の高分子／液晶複合材料。 10

**【請求項 4】**

室温でカイラルネマチック相またはブルー相を呈し、かつカイラルピッチ長が  $100 \mu\text{m}$  から  $10 \text{ nm}$  である液晶材料を用いる請求項 1 に記載の高分子／液晶複合材料。

**【請求項 5】**

室温でカイラルネマチック相またはブルー相を呈し、かつカイラルピッチ長が  $10 \mu\text{m}$  から  $10 \text{ nm}$  である液晶材料を用いる請求項 1 に記載の高分子／液晶複合材料。

**【請求項 6】**

室温でカイラルネマチック相またはブルー相を呈し、かつカイラルピッチ長が  $1 \mu\text{m}$  から  $10 \text{ nm}$  である液晶材料を用いる請求項 1 に記載の高分子／液晶複合材料。 20

**【請求項 7】**

液晶材料含有率が 65 ~ 99 重量 % である請求項 1 に記載の高分子／液晶複合材料。

**【請求項 8】**

高分子が架橋構造を有する請求項 1 に記載の高分子／液晶複合材料。

**【請求項 9】**

高分子がメソゲン部位を有する請求項 1 に記載の高分子／液晶複合材料。

**【請求項 10】**

印加電界の二乗と電気複屈折値が比例関係にあることを特徴とする請求項 1 に記載の高分子／液晶複合材料。 30

**【請求項 11】**

請求項 1 に記載の高分子／液晶複合材料を製造する方法であって、モノマーと液晶材料の混合物の重合において可視光線以上の波長の光を実質的に散乱せずかつ光学的に等方性の状態で重合を終了することを特徴とする方法。

**【請求項 12】**

請求項 1 ~ 10 の何れか 1 項に記載の高分子／液晶複合材料を用いることを特徴とする光素子。

**【請求項 13】**

少なくとも一方が透明な一対の基板、該基板の一方または両方に形成された電極、前記基板間に挟持された液晶層と前記基板の外側に偏光板を有し、前記電極を介して液晶層に電界を印加する電界印加手段を備えた液晶表示装置であって、前記液晶層が、高分子と液晶材料からなる高分子／液晶複合材料から構成され、電界を印加していない時には光学的に等方性であり、電界印加時には光学的異方性を示し、前記液晶材料が室温でのカイラルピッチ長が  $100 \mu\text{m}$  から  $10 \text{ nm}$  のキラリティーを有し、前記高分子は三次元架橋の網目状構造を形成し、液晶材料は該高分子中で一つの連続した層を形成し、液晶層に対する液晶材料の含有率が 65 ~ 99 重量 % であることを特徴とする液晶表示素子。 40

**【請求項 14】**

液晶層に用いる液晶材料のカイラルピッチ長が室温で  $1 \mu\text{m}$  から  $10 \text{ nm}$  であることを特徴とする請求項 13 に記載の液晶表示素子。

**【請求項 15】**

液晶層に用いる液晶材料が室温でカイラルネマチック相またはブルー相を呈し、且つ該液晶材料のカイラルピッチ長が室温で  $1 \mu\text{m}$  から  $10 \text{ nm}$  であることを特徴とする請求項 1 50

3または14に記載の液晶表示素子。

【請求項16】

一対の基板の一方の基板上において基板面に並行で、且つ少なくとも2方向に電界を印加できるよう電極が構成されていることを特徴とする請求項13～15のいずれか1項に記載の液晶表示素子。

【請求項17】

電極がマトリックス状に形成されて、画素電極を構成し、各画素にはアクティブ素子を備え、このアクティブ素子が薄膜トランジスター(TFT)であることを特徴とする請求項13～16のいずれか1項に記載の液晶表示素子。

【請求項18】

請求項13～17のいずれか1項に記載の液晶表示素子を用いる液晶表示装置。10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は高分子と液晶材料とからなる高分子／液晶複合材料、該複合材料の製造方法、およびそれを用いる光素子に関する。

【背景技術】

【0002】

本発明において、光素子とは電気光学効果を利用して、光変調や光スイッチングなどの機能を奏する各種の素子を指す。ディスプレイ、光通信システム、光情報処理や種々のセンサーシステムでは光の強度、位相あるいは偏光面を外部からの電気信号で変化させる光変調素子が必要とされる。電界印加による屈折率の変化を利用した光変調については、ポッケルス効果、カー効果が知られている。カー効果とは電気複屈折値 $\Delta n_E$ が電場Eの二乗に比例する現象であり、カー効果を示す材料では $\Delta n_E = K \lambda E^2$ が成立する( $K$ :カーリング数(カーリング数)、 $\lambda$ :波長)。ここで、電気複屈折とは、等方性媒体に電界を印加した時に誘起される複屈折値である。

【0003】

液晶材料が等方相である温度においてもカー効果が観測され、ネマチック相(カイラルネマチック相)－等方相転移温度直上において、非常に大きなカーリング数が観測されている。これは等方相中におけるネマチック的分子配列の短距離秩序の存在に起因するものと考えられている。しかし液晶材料の大きなカーリング数を利用した光素子の実用化には、大きなカーリング数を示す温度範囲が狭いことが問題となる。高分子／液晶複合材料全体の33%のネマチック液晶( $E=7$ 、 $\Delta n$ (屈折率異方性値)=0.224、 $\Delta \epsilon$ (誘電率異方性値)=13.8)を用い、高分子としてNorland 60(エポキシ樹脂)を用いて、液晶材料の微小滴を高分子マトリックス中に形成する技術が報告されている(例えば特許文献1や非特許文献1を参照)。この材料のカーリング数は、室温近傍において $4 \times 10^{-10} \text{ m V}^{-2}$ 程度であり、かつ温度依存性が大きい。また、単なるネマチック液晶を高分子等により、ほとんど可視光線を散乱しない程度の微少領域に分割し、カー効果材料として機能させる方法が提案されている(例えば特許文献2を参照)。菊池らにより、高分子ネットワークと連続相を有するネマチック液晶からなる複合体からなり、高分子の3次元ネットワーク構造により短距離の秩序を有する共同的液晶分子集団を能動的に形成させる技術が報告されている(例えば非特許文献2、非特許文献3または非特許文献4を参照)。しかし、これらに示されている技術においては、カー効果の発現温度範囲が不十分であり、かつカーリング数も小さい。さらに、これらに示されている高分子／液晶複合材料中の液晶含有率は60%以内である。

【0004】

優れた光素子を作製するためには可視光以上の波長領域の光を実質的に散乱せず(以下、単に、高透明性ということがある)かつ光学的に等方性(以下、単に、等方性ということがある)とすること、次に、その高分子／液晶複合材料が大きなカーリング数を安定的に広

20

30

40

50

い温度範囲にわたって示すことが必要である。複合材料中の液晶含有率が低いと、光素子として使用した場合に電界印加時に複屈折の変化に寄与する部分が少ないため大きな電気複屈折を発現させることができない。他方、液晶含有率を高くすると、所望の高透明性と等方性を保持することができない。しかし、この二律相反する課題を解決した技術は見当たらない。

## 【0005】

【特許文献1】特開昭63-253334号公報

【特許文献2】特開平11-183937号公報

【非特許文献1】J. Appl. Phys., 67(9), 4253-4259(1990)

【非特許文献2】高分子論文集, vol.59, No.10, 602-607 (2002)

10

【非特許文献3】第22回液晶討論会講演予稿集3D17、413頁(1996)

【非特許文献4】日本液晶学会討論会講演予稿集3C07、217頁(1996)

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0006】

本発明の目的は、例えば液晶（液晶材料）含有率が高いにもかかわらず、高透明性、等方性であり、かつ広い温度範囲にわたって大きくて安定したカー係数を示す高分子／液晶複合材料、およびその製造方法とそれを用いる光素子（例えば、液晶表示素子）を提供することである。

## 【課題を解決するための手段】

20

## 【0007】

本発明者は、従来技術の欠点を改良するために液晶材料および高分子を検討した結果、高分子ネットワークとキラリティーを有する液晶材料の複合材料が、高濃度の液晶材料含有率でありながら、高透明性と等方性を発現すること、およびこの複合材料が大きなカー係数を広い温度範囲で発現すること、さらにはカー係数の温度依存性が小さいことを見だし本発明に到達したものである。

## 【0008】

かくして、上記課題は、以下の項に示す本発明によって達成される。

[1] 高分子と液晶材料からなり、可視光線以上の波長の光を実質的に散乱せず、かつ電界を印加していない時に光学的に等方性であり、液晶材料がキラリティーを有する液晶材料であることを特徴とする高分子／液晶複合材料。

30

[2] カー係数が $1 \times 10^{-9} \text{ mV}^{-2}$ 以上を示す[1]項に記載の高分子／液晶複合材料。

[3] カー係数が $1 \times 10^{-10} \text{ mV}^{-2}$ 以上を示し、かつ温度差10℃でのカー係数の比が1.5以下である領域が存在する[1]項に記載の高分子／液晶複合材料。

[4] 室温でカイラルネマチック相またはブルー相を呈し、かつカイラルピッチ長が $100 \mu\text{m}$ から $10 \text{ nm}$ である液晶材料を用いる[1]項に記載の高分子／液晶複合材料。

[5] 室温でカイラルネマチック相またはブルー相を呈し、かつカイラルピッチ長が $10 \mu\text{m}$ から $10 \text{ nm}$ である液晶材料を用いる[1]項に記載の高分子／液晶複合材料。

[6] 室温でカイラルネマチック相またはブルー相を呈し、かつカイラルピッチ長が $1 \mu\text{m}$ から $10 \text{ nm}$ である液晶材料を用いる[1]項に記載の高分子／液晶複合材料。

40

[7] 液晶材料含有率が65～99重量%である[1]項に記載の高分子／液晶複合材料。

[8] 高分子が架橋構造を有する[1]項に記載の高分子／液晶複合材料。

[9] 高分子がメソゲン部位を有する[1]項に記載の高分子／液晶複合材料。

[10] 印加電界の二乗と電気複屈折値が比例関係にあることを特徴とする[1]項に記載の高分子／液晶複合材料。

[11] [1]項に記載の高分子／液晶複合材料を製造する方法であって、モノマーと液晶材料の混合物の重合において可視光線以上の波長の光を実質的に散乱せずかつ光学的に等方性の状態で重合を終了することを特徴とする方法。

50

[12] [1]～[10]の何れか1項に記載の高分子／液晶複合材料を用いることを特徴とする光素子。

[13] 少なくとも一方が透明な一対の基板、該基板の一方または両方に形成された電極、前記基板間に挟持された液晶層と前記基板の外側に偏光板を有し、前記電極を介して液晶層に電界を印加する電界印加手段を備えた液晶表示装置であって、前記液晶層が高分子と液晶材料からなる高分子／液晶複合材料から構成され、電界を印加していない時には光学的に等方性であり、電界印加時には光学的異方性を示し、前期液晶材料は室温でのカイラルピッチ長が $100\text{ }\mu\text{m}$ から $10\text{ nm}$ のキラリティーを有し、前記高分子は三次元架橋の網目状構造を形成し、液晶材料は該高分子中で一つの連続した層を形成し、液晶層に対する液晶材料の含有率が65～99重量%であることを特徴とする液晶表示素子。  
10

[14] 液晶層に用いる液晶材料のカイラルピッチ長が室温で $1\text{ }\mu\text{m}$ から $10\text{ nm}$ であることを特徴とする[13]項に記載の液晶表示素子。

[15] 液晶層に用いる液晶材料が室温でカイラルネマチック相またはブルー相を呈し、且つ該液晶材料のカイラルピッチ長が室温にて $1\text{ }\mu\text{m}$ から $10\text{ nm}$ であることを特徴とする[13]または[14]に記載の液晶表示素子。

[16] 一対の基板の一方の基板上において基板面に並行で、且つ少なくとも2方向に電界を印加できるよう電極が構成されていることを特徴とする[13]～[15]のいずれか1項に記載の液晶表示素子。

[17] 電極がマトリックス状に形成されて、画素電極を構成し、各画素にはアクティブ素子を備え、このアクティブ素子が薄膜トランジスター(TFT)であることを特徴とする[13]～[16]のいずれか1項に記載の液晶表示素子。  
20

[18] [13]～[17]のいずれか1項に記載の液晶表示素子を用いた液晶表示装置。

#### [0009]

本発明における第1の発明は、可視光線以上の波長の光を実質的に散乱せず、かつ電界を印加していない時に光学的に等方性であり、液晶材料がキラリティーを有する液晶材料であることを特徴とする高分子／液晶複合材料である。

#### [0010]

本発明において好ましい態様は、カーラー係数が $1 \times 10^{-9}\text{ mV}^{-2}$ 以上を示し、特に好ましくは、カーラー係数が $1 \times 10^{-10}\text{ mV}^{-2}$ 以上を示し、かつ温度差 $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ でのカーラー係数の比が1.5以下である領域が存在する高分子／液晶複合材料である。本発明において更に好ましい態様は、室温でカイラルネマチック相またはブルー相を呈し、かつカイラルピッチ長が $100\text{ }\mu\text{m}$ から $10\text{ nm}$ である液晶材料を用いる高分子／液晶複合材料である。本発明において更に好ましい態様は、室温でカイラルネマチック相またはブルー相を呈し、かつカイラルピッチ長が $10\text{ }\mu\text{m}$ から $10\text{ nm}$ である液晶材料を用いる高分子／液晶複合材料である。本発明において更に好ましい態様は、室温でカイラルネマチック相またはブルー相を呈し、かつカイラルピッチ長が $1\text{ }\mu\text{m}$ から $10\text{ nm}$ の液晶材料を用いる高分子／液晶複合材料である。  
30

本発明において更に好ましい態様は、液晶材料含有率が65～99重量%である高分子／液晶複合材料である。  
40

本発明において別の好ましい態様は、高分子が三次元架橋構造を有する高分子／液晶複合材料である。

本発明において別の好ましい態様は、高分子がメソゲン部位を有する高分子／液晶複合材料である。

本発明における別の好ましい態様は、印加電界の二乗と電気複屈折値 $\Delta n E$ が比例関係にある高分子／液晶複合材料である。

#### [0011]

本発明における第2の発明は、上記の高分子／液晶複合材料を製造する方法であって、高分子の原料モノマーと液晶材料の混合物の重合において可視光線以上の波長の光を実質的に散乱せずかつ光学的に等方性の状態で重合を終了することを特徴とする方法である。  
50

本発明における第3の発明は、上記の高分子／液晶複合材料を用いることを特徴とする光素子である。

#### 【0012】

さらに、本発明における第4の発明は、少なくとも一方が透明な一対の基板、該基板の一方または両方に形成された電極、前記基板間に挟持された液晶層と前記基板の外側に偏光板を有し、前記電極を介して液晶層に電界を印加する電界印加手段を備えた液晶表示装置であって、前記液晶層が、高分子と液晶材料からなる高分子／液晶複合材料から構成され、無電界時には光学的に等方性であり、電界印加時には光学的異方性を示し、前記液晶材料が室温でのカイラルピッチ長が $100\mu\text{m}$ から $10\text{nm}$ のキラリティーを有し、前記高分子は三次元架橋の網目状構造を形成し、液晶材料は該高分子中で一つの連続した層を形成し、液晶層に対する液晶材料の含有率が65～99重量%であることを特徴とする液晶表示素子である。

10

#### 【0013】

この本発明において好ましい態様は、液晶層に用いる液晶材料のカイラルピッチ長が室温で $1\mu\text{m}$ から $10\text{nm}$ であることを特徴とする液晶表示素子である。本発明において更に好ましい態様は、液晶層に用いる液晶材料が室温でカイラルネマチック相またはブルー相を呈し、且つ該液晶材料のカイラルピッチ長が室温で $1\mu\text{m}$ から $10\text{nm}$ であることを特徴とする液晶表示素子である。

20

本発明において別の好ましい態様は、一対の基板の一方の基板上において基板面に並行で、且つ少なくとも2方向に電界を印加できるよう電極が構成されていることを特徴とする液晶表示素子である。

本発明において更に別の好ましい態様は、電極がマトリックス状に形成されて、画素電極を構成し、各画素にはアクティブ素子を備え、このアクティブ素子が薄膜トランジスター（TFT）であることを特徴とする液晶表示素子である。

本発明における第5の発明は、上記の液晶表示素子を用いる液晶表示装置である。

#### 【発明の効果】

#### 【0014】

本発明によって、例えば可視光以上の波長領域の光を実質的に散乱せず（高透明性）かつ光学的に等方性（等方性）である高分子／液晶複合材料の調製が可能となり、この高分子／液晶複合材料は大きなカーディナリティを安定的に広い温度範囲にわたって示す。本発明の高分子／液晶複合材料を用いた光素子は、従来技術に比べて、低い電界で、あるいは高透明性、等方性で、あるいは誘電率異方性、屈折率異方性が低い液晶材料（一般的に比抵抗値が高く、信頼性に優れる液晶材料）を用いても、所望の電気復屈折値に到達することが可能である。さらに、これを用いた光素子は広い温度範囲でカーディナリティの温度依存性が小さいという特長を有する。

30

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0015】

以下本発明を詳細に説明する。本発明において、液晶材料とは、使用する温度において液晶相を示す单一の化合物または液晶組成物をいう。本発明において、高分子／液晶複合材料とは、高分子と液晶材料からなる複合材料をいう。本発明は、キラリティーを有する液晶材料を用いることにより、高い液晶材料含有率においても高透明でかつ等方性である高分子／液晶複合材料を実現し、その結果、該複合材料が大きなカーディナリティを発現できるようにしたものである。ここで、本発明において、高透明でかつ等方性である高分子／液晶複合材料とは、可視光以上の波長領域の光を実質的に散乱せずかつ光学的に等方性であることを意味する。

40

#### 【0016】

また、本発明において、キラリティーを有する液晶材料とは、キラルな化合物を含有する液晶材料を指し、例えば、カイラルネマチック相（コレステリック相）、ブルー相、カイラルスメクチックC相、またはカイラルスメクチックC<sub>A</sub>相を発現する液晶材料を挙げることができる。このように本発明の複合材料の成分の一つでありキラリティーを有する

50

液晶材料として特に好ましいのは棒状化合物で構成されたサーモトロピック液晶材料であり、室温においてカイラルネマチック相またはブルー相を呈するものである。この他に、室温においてカイラルスメクチックC相またはカイラルスメクチックC<sub>A</sub>相を呈するものも好ましい。もちろん、液晶表示素子に用いられている既知の液晶材料を併用することもできる。

## 【0017】

キラリティーを有する液晶材料を用いる本発明の高分子／液晶複合材料が高透明で等方性であり、大きなカー係数を発現するのは、キラリティーを有する液晶材料の分子配列秩序が高分子ネットワーク内に分断されていることにより、巨視的には等方性であるが、微視的には液晶材料の相関長が有限かつ長距離の液晶相を呈している状態を創製しているためと考えられる。10

## 【0018】

既述のように、本発明において用いられるキラリティーを有する液晶材料とは、キラルな化合物を含有する液晶材料である。すなわち、カイラルネマチック相、ブルー相、カイラルスメクチックC相またはカイラルスメクチックC<sub>A</sub>相を有する液晶材料としては、アキラルな液晶性化合物あるいは液晶性組成物（液晶性という語は、液晶相を有するものあるいは液晶材料との混合により著しく液晶相一等方相転移温度を低下させることのないものの総称である。以下同じ）にキラルな化合物もしくは組成物を混合したもの、またはキラルな液晶化合物もしくは液晶組成物を用いることができる。

## 【0019】

本発明において用いられるキラリティーを有する液晶材料のカイラルピッチ長はピッチ長の異なる2種以上の液晶性化合物を混合することによって調節することが可能である。ただしこの場合アキラルな化合物のピッチ長は無限大とする。

高分子含有率が同じであれば、液晶材料のカイラルピッチ長が短いほど、より高透明性と等方性となる傾向がみられる。したがって、本発明で用いられる液晶材料の室温でのカイラルピッチ長は、一般に100μm～10nmであり、好ましくは10μm～10nmであり、特に好ましくは1μm～10nmであり、例えば、1μm～100nmまたは1μm～50nmとする。1μm以下である液晶材料を用いると著しく高透明性と等方性となる。

本発明に用いる液晶材料の誘電率異方性の正負に関しては、特別の制限はない。但し、液晶材料の誘電率異方性値（△ε）の絶対値と屈折率異方性値（△n）はそれぞれ大きいほど、カー係数は大きくなるため、いずれも大きいほど好ましい。しかし誘電率異方性値の絶対値あるいは屈折率異方性値が大きくなるほど、液晶材料の比抵抗値が大きくなる傾向にあるため、実際に光素子として用いる際に問題となる場合がある。本発明に従いキラリティーを有する液晶材料と高分子の複合材料を用いれば、液晶材料含有率を高くすることが可能であることから、従来技術より低い誘電率異方性値および屈折率異方性値の液晶材料を用いても、求められるカー係数を発現させることが可能である。液晶材料は二色性色素、フォトクロミック化合物を含有していてもよい。

## 【0020】

本発明の複合材料を構成するもう一つの成分である高分子について以下に説明する。本発明の複合材料を構成する高分子は特に限定されないが、高分子の原料としては、低分子量化合物から成るモノマーまたはマクロモノマーの他、オリゴマーを使用することもでき、本発明において高分子の原料モノマーとはこれらを包含する意味で用いている。また、二以上の重合性官能基を有する多官能性モノマーを用いることによる三次元架橋構造を有するものが好ましい。さらに好ましくは三官能性以上のモノマーをモノマー中に10重量%以上含有させることができ、高度に高透明性と等方性を発現させるためには好ましい。

## 【0021】

また高分子の原料モノマーとしてメソゲン部位を有するものを一部あるいは全部用いることが好ましい。三官能性以上のメソゲン部位を有さないモノマーとして、グリセロール・プロポキシレート(1PO/OH)トリアクリレート、ペンタエリスリトール・プロポ

20

30

40

50

キシレート・トリアクリレート、ペンタエリスリトール・トリアクリレート、トリメチロールプロパン・エトキシレート・トリアクリレート、トリメチロールプロパン・プロポキシレート・トリアクリレート、トリメチロールプロパン・トリアクリレート、ジ(トリメチロールプロパン)テトラアクリレート、ペンタエリスリトール・テトラアクリレート、ジ(ペンタエリスリトール)ヘキサアクリレート、トリメチロールプロパントリメタクリレートを挙げることができるがこれに限定されない。

## 【0022】

メソゲン部位を有するモノマーは構造上特に限定されないが、式(1)で表される部分骨格を含有するモノマーを挙げることができる。



(式(1)中、 $A^1$ および $A^2$ は、単結合、ベンゼン環、シクロヘキサン環、シクロヘキセン環、ジオキサン環、テトラヒドロピラン環、ラクトン環、ピリジン環、ピリミジン環、ピリダジン環またはチオフェン環などの環を示し、 $A^3$ および $A^4$ はベンゼン環、シクロヘキサン環、シクロヘキセン環、ジオキサン環、テトラヒドロピラン環、ラクトン環、ピリジン環、ピリミジン環、ピリダジン環またはチオフェン環などの環を示し、ただし式(1)中の環は1個以上の水素原子が、アルキル基、ハロゲン原子、シアノ基、ニトロ基、アミノ基などの官能基で置換されていてもよく、 $Z_1$ 、 $Z_2$ 、 $Z_3$ は独立して単結合、アルキレン基、 $-COO-$ 、 $-OCO-$ を示すが、任意の $-CH_2-$ は、 $-O-$ 、 $-S-$ 、 $-CH=CH-$ (トランス)もしくは $-C\equiv C-$ で置換されてもよいが、 $-O-$ は連続できず、水素原子はハロゲン原子に置換されてもよい。)

## 【0023】

メソゲン部位を有さない高分子の原料モノマーとしては、脂肪族モノマーおよび芳香族モノマーのいずれも用いることができる。

## 【0024】

本発明の複合材料に用いられる高分子は特に限定されないが、一般に、光硬化および熱硬化により調製される。重合性官能基は特に限定されないが、アクリル基、メタクリル基、グリシジル基、ステレンなどを挙げることができると、生産プロセスにおける重合速度の観点から上記の中ではアクリル基およびメタクリル基が好ましい。

## 【0025】

高分子／液晶複合材料中の液晶材料含有率は高透明と等方性を保持できる範囲であれば、カーボ数を大きくするために可及的に高いことが好ましい。本発明の高分子／液晶複合材料においては、一般に30～99重量%という高い液晶材料含有率でこの要件を満たすことができ、好ましくは65～99重量%、特に好ましくは70～99%、さらに80～99重量%というきわめて高い液晶材料含有率でもこの要件を満たすことができる。実用上は、液晶材料含有率を例えば65～95重量%または65～90重量%とする。

## 【0026】

既述のように、本発明はキラリティーを有する液晶材料を用いることにより、高い液晶含有率においても高透明性と等方性を発現させることができ、結果として、大きなカーボ数を発現する材料とすることを可能にし、さらに、カーボ数の温度特性が穏やかな材料とすることも可能にしたものである。すなわち、本発明の高分子／液晶複合材料は、 $1 \times 10^{-9} \text{ m V}^{-2}$ 以上のカーボ数を示すことができ、特に好ましい態様においては、 $1 \times 10^{-10} \text{ m V}^{-2}$ 以上のカーボ数を示し、かつ温度差10°C(例えば、25°Cと35°C)におけるカーボ数の比が1.5以下である領域が存在する。カーボ数が大きいことは低い電界強度で所望の電気複屈折が発現されることを意味し、また、温度差10°Cでのカーボ数の比が1.5以下であるというような小さな温度依存性は、電気複屈折値の温度依存性が小さく広い温度範囲にわたって安定していることと同義であり、光素子の設計上有意義である。

## 【0027】

本発明の高分子／液晶複合材料は液晶材料とモノマーを混合したものと光または熱で重

10

20

30

40

50

合して製造することができる。この場合、光重合開始剤および熱重合開始剤を用いることができる。光重合開始剤としては、光ラジカル重合開始剤または光カチオン重合開始剤が好ましく、熱重合開始剤としては、熱ラジカル重合開始剤が好ましい。

#### 【0028】

光ラジカル重合開始剤の例は、チバスペシャリティー（株）のダロキュアーシリーズから1173および4265（いずれも商品名）、イルガキュアーシリーズから184、369、500、651、784、819、907、1300、1700、1800、1850、および2959（いずれも商品名）、などである。

#### 【0029】

熱によるラジカル重合の好ましい開始剤の例は、過酸化ベンゾイル、ジイソプロピルバーオキシジカルボネート、t-ブチルパーオキシ-2-エチルヘキサノエート、t-ブチルパーオキシビラート、t-ブチルパーオキシジイソブチレート、過酸化ラウロイル、2,2'-アゾビスイソ酪酸ジメチル(MAIB)、ジt-ブチルパーオキシド(DTBPO)、アゾビスイソブチロニトリル(AIBN)、アゾビスシクロヘキサンカルボニトリル(ACN)などである。

#### 【0030】

光カチオン重合開始剤として、ジアリールヨードニウム塩（以下DASと略す）、トリアリールスルホニウム塩（以下TASと略す）などがあげられる。DASとしては、ジフェニルヨードニウムテトラフルオロボレート、ジフェニルヨードニウムヘキサフルオロホスホネート、ジフェニルヨードニウムヘキサフルオロアルセネート、ジフェニルヨードニウムトリフルオロメタンスルホネート、ジフェニルヨードニウムトリフルオロアセテート、ジフェニルヨードニウム-p-トルエンスルホネート、ジフェニルヨードニウムテトラ（ペンタフルオロフェニル）ボレート、4-メトキシフェニルフェニルヨードニウムテトラフルオロボレート、4-メトキシフェニルフェニルヨードニウムヘキサフルオロホスホネート、4-メトキシフェニルフェニルヨードニウムトリフルオロメタンスルホネート、4-メトキシフェニルフェニルヨードニウムトリフルオロアセテート、4-メトキシフェニルヨードニウム-p-トルエンスルホナートなどが挙げられる。

10

20

#### 【0031】

DASには、チオキサントン、フェノチアジン、クロロチオキサントン、キサントン、アントラゼン、ジフェニルアントラゼン、ルブレンなどの光増感剤を添加することで高感度化することもできる。

30

#### 【0032】

TASとしては、トリフェニルスルホニウムテトラフルオロボレート、トリフェニルスルホニウムヘキサフルオロホスホネート、トリフェニルスルホニウムヘキサフルオロアルセネート、トリフェニルスルホニウムトリフルオロメタンスルホナート、トリフェニルスルホニウムトリフルオロアセテート、トリフェニルスルホニウム-p-トルエンスルホネート、トリフェニルスルホニウムテトラ（ペンタフルオロフェニル）ボレート、4-メトキシフェニルジフェニルスルホニウムテトラフルオロボレート、4-メトキシフェニルジフェニルスルホニウムヘキサフルオロホスホネート、4-メトキシフェニルジフェニルスルホニウムヘキサフルオロアルセネート、4-メトキシフェニルジフェニルスルホニウムトリフルオロメタンスルホナート、4-メトキシフェニルジフェニルスルホニウムトリフルオロアセテート、4-メトキシフェニルジフェニルスルホニウム-p-トルエンスルホネートなどが挙げられる。

40

#### 【0033】

光カチオン重合開始剤の具体的な商品名の例はUCCの製品のうちからサイラキュア-UVI-6990、サイラキュア-UVI-6974、サイラキュア-UVI-6992（それぞれ商品名）、旭電化（株）の製品からアデカオプトマーSP-150、SP-152、SP-170、SP-172（それぞれ商品名）、ローディアの製品からPhotoinitiator 2074（商品名）、チバスペシャリティーの製品からイルガキュア-250（

50

商品名)、GEシリコンズの製品からUV-9380C(商品名)などである。

【0034】

重合温度は、高分子／液晶複合材料が高透明性と等方性を示す温度であることが好ましい。より好ましくはモノマーと液晶材料の混合物が等方相またはブルー相を発現する温度で、かつ、高分子／液晶複合材料が等方相ないしは可視光線以上の波長の光を実質的に散乱せずかつ光学的に等方性の状態で重合を終了する温度とするのが好ましい。また重合中において温度を変化させてもよく、この場合、モノマーと液晶材料の混合物が等方相またはブルー相を発現する温度で重合を開始し、高分子／液晶複合材料が等方相ないしは可視光線以上の波長の光を実質的に散乱せずかつ光学的に等方性の状態を示す温度で重合を終了するのが好ましい。

10

【0035】

本発明の高分子／液晶複合材料は印加電界強度の二乗と電気複屈折値 $\Delta n_e$ が比例関係となる。ここで電気複屈折値とは、等方性媒体に電界を印加した際に誘起される複屈折値である。この場合、電気複屈折値には液晶材料の化学構造に起因して限界値があることなどにより、すべての印加電界強度において厳密に電気複屈折値が印加電界強度の二乗と比例することは要しないこととする。

【0036】

本発明の高分子／液晶複合材料は、如上の特長的な電気光学効果に基づく光変調や光スイッチングなどの機能を奏する各種の光素子として利用することができる。すなわち、本発明の高分子／液晶複合材料から成る光素子は、表示装置、光プリンター、光交換機、光演算装置、光記憶装置等の広い分野で用いることができる。これらの各装置は、それぞれの用途に応じて適宜工夫して構成され、特に限定されるものではないが、好ましい態様の幾つかを例示すると以下のようになる。

20

【0037】

光変調や光スイッチングのための基本的な素子としては、本発明の高分子／液晶複合材料を調光層とし、これを電極付基板で挟持させてなるもの、あるいは樹形電極を有する基板と電極を有しない基板で挟持させてなるものを挙げることができる。この調光素子は電場により複屈折が誘起され偏光板と組み合わせることにより光素子とすることができる。表示装置においては、偏光板、透明電極、配向膜、調光層、配向膜、透明電極及び偏光板の順に配設された液晶シャッター、あるいは偏光板、調光層、樹形電極および偏光板の順に配設された液晶シャッターであり、電界印加により光を通過又は遮断する調光層として本発明の高分子／液晶複合材料が用いられ、カラーフィルタ及びパックライトと合わせて表示装置を構成する。また、表示装置に用いる場合には、各種の位相差板フィルムや視野角補償フィルムなど各種の光学フィルムとの組み合わせが有効である。また、電界印加の回路手段としてTFT(薄膜トランジスター)との組み合わせも可能である。光プリンターにおいても本発明の複合材料から成る光素子が液晶シャッターとして機能し、光源ユニットと併せてプリンタヘッドを構成する。光交換機においては、光の進行方向を制御する液晶ホログラム素子として本発明の高分子／液晶複合材料が用いられ、光学系、液晶ホログラム素子、光デバイスアレイを順次配設し、機能素子間の光接続を切り替えるための部品として機能する。光演算装置においては、入射光の透過光量および透過方向が変化する透光性を有する材料の透過制御層で本発明の高分子／液晶複合材料が用いられ、この透過制御層を画定してアドレス電極と共に複数の単位構成体を構成し、各単位構成体に対して電界の強度を変化させ、透過光量および透過方向を制御し、各単位構成体が有する透過光量の分布や透過方向を用いて演算を行なうことができる。光記憶装置においては、回転対称な波面収差を発生させる光素子として本発明の高分子／液晶複合材料が用いられ、レーザー、ユリメートレンズ及び対物レンズと共に光ピックアップを構成する。

30

【0038】

以下実施例により本発明さらに具体的に説明するが、本発明はこれらの実施例により限定されるものではない。なお、以下の実施例においては、Iは等方相、Nはネマチック相、BPはブルー相、Chはコレステリック相を表す。以下において、I-N相転移点をI

40

50

-N点と言うことがある。I-C<sub>h</sub>相転移点をI-C<sub>h</sub>点と言うことがある。I-BP相転移点をI-BP点と言うことがある。

#### 【0039】

本発明において、相関長の測定は以下の方法でおこなった。その他の物性値の測定は、日本電子機械工業規格 (Standard of Electronic Industries Association of Japan)、EIAJ・ED-2521Aに記載された方法、またはこれを修飾した方法に従った。

#### 【0040】

相関長 ( $\xi$ ) : 測定に用いたセルはITO電極付ガラス2枚からなるセル (セル厚: 12.6~12.9  $\mu\text{m}$ ) に本発明のモノマーと光学活性な液晶材料の混合物を注入し、紫外線を照射することにより得た。このセルの散乱プロファイルを高分子フィルムダイナミックス解析装置 (大塚電子(株)・DYNNA-3000型) により測定した。測定に使用した光源はHe-Neレーザー (633 nm) である。散乱プロファイルは散乱ベクトル  $q$  を変数とする散乱強度  $I$  の変化として得られる。得られた散乱プロファイルから、下記のDebye-Buecheの式により相関長 ( $\xi$ ) を求めた。

$$I(q) = I(0) / (1 + \xi^2 q^2)^2$$

#### 【0041】

相転移点 (I-N点、I-Ch点、I-BP点; °C) : 偏光顕微鏡を備えた融点測定装置のホットプレートに試料を置き、まず試料が等方相になる温度まで昇温した後、1°C/分の速度で冷却した。試料の一部が等方性液体からネマチック相、コレステリック相またはブルー相に変化したときの温度を測定した。

20

#### 【0042】

ネマチック相の下限温度 (T<sub>C</sub>; °C) : ネマチック相を有する試料をガラス瓶に入れ、0°C、-10°C、-20°C、-30°C、および-40°Cのフリーザー中に10日間保管したあと、液晶相を観察した。例えば、試料が-20°Cではネマチック相のままであり、-30°Cでは結晶またはスマートチック相に変化したとき、T<sub>C</sub> ≤ -20°Cと記載した。ネマチック相の下限温度を「下限温度」と略すことがある。

#### 【0043】

粘度 ( $\eta$ ; 20°Cで測定; mPa·s) : 粘度の測定にはE型粘度計を用いた。

#### 【0044】

光学異方性 (屈折率異方性;  $\Delta n$ ; 25°Cで測定) : 測定は、波長589 nmの光によりを行い、接眼鏡に偏光板を取り付けたアッペル屈折計により行った。主プリズムの表面を一方向にラビングしたあと、試料を主プリズムに滴下した。屈折率  $n_{\parallel}$  は偏光の方向がラビングの方向と平行であるときに測定した。屈折率  $n_{\perp}$  は偏光の方向がラビングの方向と垂直であるときに測定した。 $\Delta n = n_{\parallel} - n_{\perp}$  の式から計算した。

30

#### 【0045】

誘電率異方性 ( $\Delta \epsilon$ ; 25°Cで測定)

1) 誘電率異方性が正である液晶材料: 2枚のガラス基板の間隔 (ギャップ) が約9  $\mu\text{m}$ 、ツイスト角が80度のTNセルに試料を入れた。このセルにサイン波 (10 V, 1 kHz) を印加し、2秒後に液晶分子の長軸方向における誘電率 ( $\epsilon_{\parallel}$ ) を測定した。このセルにサイン波 (0.5 V, 1 kHz) を印加し、2秒後に液晶分子の短軸方向における誘電率 ( $\epsilon_{\perp}$ ) を測定した。誘電率異方性の値は、 $\Delta \epsilon = \epsilon_{\parallel} - \epsilon_{\perp}$  の式から計算した。

40

#### 【0046】

2) 誘電率異方性が負である液晶材料: 2枚のガラス基板の間隔 (ギャップ) が約9  $\mu\text{m}$ 、ホメオトロピック配向に処理した液晶セルに試料を入れ、サイン波 (0.5 V, 1 kHz) を印加し、2秒後の誘電率 ( $\epsilon_{\parallel}$ ) を測定した。さらに2枚のガラス基板の間隔 (ギャップ) が約9  $\mu\text{m}$ 、ホモジニアス配向に処理した液晶セルに試料を入れ、サイン波 (0.5 V, 1 kHz) を印加し、2秒後の誘電率 ( $\epsilon_{\perp}$ ) を測定した。誘電率異方性の値は、 $\Delta \epsilon = \epsilon_{\parallel} - \epsilon_{\perp}$  の式から計算した。

#### 【0047】

しきい値電圧 (V<sub>th</sub>; 25°Cで測定; V) : 測定には大塚電子株式会社製のLCD 5

50

100型輝度計を用いた。光源はハロゲンランプである。2枚のガラス基板の間隔（セルギャップ）が $5.0\text{ }\mu\text{m}$ であり、ツイスト角が80度であるノーマリーホワイトモード（normally white mode）のTN素子に試料を入れた。このTN素子に印加する電圧は0Vから10Vまでを0.02Vずつ段階的に増加させた。この際に、素子に垂直方向から光を照射し、素子を透過した光量を測定した。この光量が最大になったときが透過率100%であり、この光量が最小であったときが透過率0%である電圧－透過率曲線を作成した。しきい値電圧は透過率が90%になったときの電圧である。

## 【0048】

電圧保持率（VHR；25℃で測定；%）：測定に用いたTN素子はポリイミド配向膜を有し、そしてセルギャップは $6\text{ }\mu\text{m}$ である。この素子は試料を入れたあと紫外線によって重合する接着剤で密閉した。このTN素子にパルス電圧（5Vで $60\text{ }\mu\text{s}$ ）を印加して充電した。減衰する電圧を高速電圧計で $16.7\text{ ms}$ のあいだ測定し、単位周期において電圧曲線と横軸との間の面積を求めた。TN素子を取り除いたあと測定した電圧の波形から同様にして面積を求めた。2つの面積の値を比較して電圧保持率を算出した。

## 【0049】

ピッチ（P；25℃で測定；nm）：ピッチ長は選択反射を用いて測定した（液晶便覧196頁（2000年発行、丸善）。選択反射波長 $\lambda$ には、関係式 $< n >_p / \lambda = 1$ が成立する。ここで $< n >$ は平均屈折率を表し、次式で与えられる。 $< n > = \{(n \parallel^2 + n \perp^2) / 2\}^{1/2}$ 。選択反射波長は顕微分光光度計（日本電子（株）、商品名MSV-350）で測定した。得られた反射波長を平均屈折率で除すことにより、ピッチを求めた。

## 【0050】

可視光より長波長領域に反射波長を有するコレステリック液晶のピッチは、光学活性化合物濃度が低い領域では光学活性化合物の濃度の逆数に比例することから、可視光領域に選択反射波長を有する液晶のピッチ長を数点測定し、直線外挿法により求めた。

## 【実施例1】

## 【0051】

液晶材料として液晶組成物J（I-N点=97℃、 $\Delta\epsilon=5.7$ 、 $\Delta n=0.142$ ）（その化学構造式と組成を図8に示す）を50重量%、4-ペンチル-4'-シアノビフェニル（5CB）を38.5重量%、キラル化合物ZLI-4572（レジストリーナバー：154102-21-3、Merck社製）を11.5重量%混合した液晶組成物A1を調製した。液晶組成物A1の相転移点はI-53.2-BPII-52.5-BPI-51.7-Ch(℃)であった。また液晶組成物の25℃における選択反射波長は351nm、平均屈折率は1.6であった。したがってピッチ長は220nmであった。

モノマーと液晶材料の混合物の調製

液晶材料とモノマーの混合物として液晶組成物A1を87.1重量%、三官能性でメソゲンを有さないアクリレートであるトリメチロールプロパントリアクリレートを5.38重量%、メソゲンを有する二官能性モノマーである1,4-ジ(4-(6-(アクリロイルオキシ)ヘキシリオキシ)ベンゾイルオキシ)-2-メチルベンゼンを7.12重量%、光重合開始剤として2,2'-ジメトキシフェニルアセトフェノンを0.41重量%混合した液晶組成物A2を調製した。A2のI-BP点は40.8℃であった。

高分子／液晶複合材料の調製

液晶組成物A2を配向処理の施されていないITO電極付ガラス基板間（電極間距離 $2.9\text{ }\mu\text{m}$ ）に狭持し、得られたセルを42.8℃の等方相まで加熱した。この状態で、紫外光（紫外光強度 $1.5\text{ mW cm}^{-2}$ （365nm））を20分間照射した。照射終了後は得られた高分子／液晶複合材料A3は高透明性と等方性を発現した。この状態は室温以下まで保たれた。

## 【実施例2】

## 【0052】

モノマーと液晶材料の混合物の調製

液晶材料とモノマーの混合物として液晶組成物A1を87.0重量%、メソゲン基を有

10

20

30

40

50

する三官能性アクリレートである 1, 2, 4-トリ(4-(6-アクリロイルオキシヘキシルオキシ)フェニルカルボニルオキシ)ベンゼンを 12.7 重量%、光重合開始剤として 2, 2'-ジメトキシフェニルアセトフェノンを 0.3 重量% 混合し、モノマーと液晶材料の混合物からなる液晶組成物 B 2 を調製した。B 2 の I-BP 点は 51 ℃ であった。

#### 高分子／液晶複合材料の調製

液晶組成物 B 2 を配向処理の施されていないITO電極付ガラス基板間(電極間距離 1 3 ミクロン)に狭持し、得られたセルを 55.0 ℃ の等方相まで加熱した。この状態で、紫外光(紫外光強度 1.5 mW cm<sup>-2</sup> (365 nm))を 20 分間照射した。得られた高分子／液晶複合材料 B 3 は室温以下の温度まで冷却しても高透明性と等方性を発現した。

10

【0053】

[比較例 1]

#### モノマーと液晶材料の混合物の調製

実施例 2において液晶組成物 A 1 を、液晶組成物 J を 50 重量%、5CB を 38.5 重量%、ZLI-4572 のラセミ体である 4-(4-ペンチルシクロヘキシル)ベンゾイックアシッド 1-フェニル-1,2-エタンジイル エステルを 11.5 重量% 混合した液晶組成物 C 1 とした以外は、実施例 2 の方法に準じてモノマーと液晶材料の混合物からなる液晶組成物 C 2 を調製した。液晶組成物 C 2 の I-N 点は 51 ℃ であった。

#### 高分子／液晶複合材料の調製

液晶組成物 B 2 を C 2 に換え、かつ紫外光照射を 52 ℃、55 ℃、80 ℃ という異なる温度で行った以外は実施例 2 の方法に準じて高分子／液晶複合材料(C 3a、C 3b、C 3c)を調製した。これらの複合材料はすべて等方相からの冷却下において 52 ℃ で明確に相転移し、散乱体となった。すなわち透明性と等方性が保持できなくなった。

20

【0054】

[比較例 2]

#### モノマーと液晶材料の混合物の調製

比較例 1において液晶組成物 C 1 を、4-ヘプチル-4'-シアノビフェニル(7CB)とした以外は、比較例 1 の方法に準じてモノマーと液晶材料の混合物からなる液晶組成物 D 2 を調製した。液晶組成物 D 2 の I-N 点は 41 ℃ であった。

30

#### 高分子／液晶複合材料の調製

液晶組成物 B 2 を D 2 に換え、かつ紫外光照射を 43 ℃ で行った以外は実施例 2 の方法に準じて高分子／液晶複合材料 D 3 を調製した。この複合材料は等方相からの冷却下において 42 ℃ で明確に相転移し、散乱体となった。すなわち透明性と等方性が保持できなくなった。

【実施例 3】

【0055】

実施例 1 で得られた、高分子／液晶複合材料 A 3 が狭持されたセルを図 1 に示す光学系に配置した。セルに正弦波交流電界(周波数 1 KHz)を印加した際の透過光強度から  $\Delta n_e$  を算出した。 $\Delta n_e$  の算出は、図 1 の電界印加方向に対するレーザーの入射角が 45° の系で測定した観測値  $\Delta n$  (45°) に補正係数を乗じることにより求めた。補正係数は、レーザーの入射角が電界印加方向に対し、90° となる系を別途作成し、この 90° 入射系で得られた値と  $\Delta n$  (45°) の値の比から算出した。補正係数は 2.7 であった。

40

電界強度の二乗に対する  $\Delta n_e$  のプロットの傾きから、高分子／液晶複合材料 A 3 が示すカーリ定数を算出した。温度とカーリ定数の関係を図 2 に示した。図 2 から、実施例 1 で得られた高分子／液晶複合材料 A 3 は  $1.9 \times 10^{-9} \text{ mV}^{-2}$  を超えるカーリ係数を発現し、かつ(25 ℃ のカーリ定数) / (35 ℃ のカーリ定数) = 1.05 であり、温度依存性が小さいことがわかった。

【実施例 4】

50

## 【0056】

(ピッチと散乱強度との関係)

液晶組成物の調製

液晶組成物Jを56.5重量%、4-ペンチル-4'-シアノビフェニル(5CB)を43.5重量%混合することにより液晶組成物E1を調製し、これにキラル化合物ZLI-4572を種々の分率で添加し、ピッチの異なる液晶組成物E1a～E1hを調製した。液晶組成物E1a～E1hの組成、相転移点、25℃におけるピッチを表1に示した。ただしE1hは液晶組成物A1と同一の組成である。

## 【0057】

【表1】

10

表1. 液晶組成物の組成と物性値

組成物名	組成(重量%)		相転移点(°C)			ピッチ長 (nm)
	E1a	ZLI-4572	I-N	I-Ch	I-BP	
E1a	100.0	0.0	63.0			∞
E1b	97.0	3.0		60.4		850
E1c	96.0	4.0		59.7		640
E1d	95.0	5.0		58.9		480
E1e	94.0	6.0			58.2	400
E1f	92.9	7.9			56.7	310
E1g	90.0	10.0			55.1	250
E1h	88.5	11.5			53.2	220

20

## 【0058】

モノマーと液晶材料の混合物の調製

液晶組成物A1を液晶組成物E1a～E1hに代える以外は、実施例1の方法に準じてモノマーと液晶材料の混合物である液晶組成物E2a～E2hを調製した。

高分子／液晶複合材料の調製

紫外光照射を液晶組成物E1a～E1hのI-N点、I-Ch点、I-BP点より2.5℃高温で行った以外は実施例2の方法に準じて高分子／液晶複合材料E3a～E3hを調製した。

30

光散乱強度の測定

高分子／液晶複合材料E3a～E3hの散乱プロファイルを高分子フィルムダイナミクス解析装置DYNA-3000(商品名／大塚電子(株))を用いて測定した。光源はHe-Neレーザー(633nm)を用い、測定温度は高分子／液晶複合材料E3a～E3hに用いた液晶組成物E1a～E1hのI-N点、I-Ch点、I-BP点より10℃低温で行った。結果を図3に示した。図3(a)および(b)はそれぞれVv散乱プロファイルおよびHv散乱プロファイルであり、散乱ベクトルqを変数として散乱強度Iの変化として得られる。いずれも、キラリティーを有する液晶材料を用いた複合材料(E3b、E3cおよびE3d)において著しい散乱強度の減少が確認された。またさらに液晶材料としてブルー相を発現する液晶材料を用いた複合材料(E3e、E3f、E3h、およびE3g)は、ブルー相を発現せずかつカイラルネマチック相を発現する液晶材料を用いた複合材料より、散乱強度がさらに減少することが確認された。この結果から、液晶材料にキラリティーを導入することによって、複合材料の透明性と等方性が著しく向上し、さらにブルー相を発現する液晶材料を用いた複合材料は、より透明性と等方性が良好であることがわかった。

40

## 【実施例5】

## 【0059】

(透過率および消光比)

50

### 高分子／液晶複合材料の調製

紫外光照射をモノマーと液晶材料の混合物E 2 aおよびE 2 hのI-N点、I-B P点より2℃高温で行った以外は実施例2の方法に準じて高分子／液晶複合材料E 4 aとE 4 hを調製した。

#### 透過率および消光比

図4はE 4 aとE 4 hの透過率と消光比を液晶材料のI-N点およびI-B P点で規格化した温度に対してプロットした図である。

ネマチック液晶材料で構成されるE 1 aから調製されたE 4 aはE 1 aのI-N点近傍で急激に透過率が減少し、かつ消光比が増大しているのがわかる。すなわち、E 1 aの相転移点近傍で透明性が大きく減少し、等方性も失われたことがわかる。一方、キラリティーを有する液晶材料E 1 hから調製されたE 4 hはE 1 hのI-B P点より低温側においても、透過率、消光比に大きな変化はみられないことがわかる。すなわちE 1 hの相転移点より約30℃低温側でも、透明性と等方性が保たれていることがわかる。

10

#### 【実施例6】

##### 【0060】

実施例1の液晶組成物A 2を配向処理の施されていない樹型電極基板と対向ガラス基板(非電極付与)の間に狭持し、得られたセルを42.8℃の等方相まで加熱した。基板の間隔は $13\mu\text{m}$ である。この状態で、紫外光(紫外光強度 $1.5\text{ mW cm}^{-2}$ (365nm))を20分間照射した。得られた高分子／液晶複合材料を用いた液晶セルF 3は高透明性と等方性を発現した。また、この状態は室温以下まで保たれた。樹型電極基板の電極は、図5に示す寸法であり、電極には蒸着したAl膜を使用した。

20

ここで得られた高分子／液晶複合材料液晶セルF 3を図6に示した光学系にセットし、電気光学特性を測定した。光学系へのセットは、図1の光学系とは異なり、レーザー光のセルへの入射角度がセル面に対して垂直となるようにし、樹型電極の線方向がPolarizerとAnalyzer偏光板に対してそれぞれ $45^\circ$ となるようにセットした。 $1\text{ kHz}$ 交流正弦波を印加した時の、コントラスト比(電界印加時と非印加時の透過光量比)は図7のようになり、電界印加により透過光のオン／オフが出来ることが分かった。なお、測定温度は室温の25℃である。

20

#### 【実施例7】

##### 【0061】

30

実施例2の液晶組成物B 2を実施例6と同じように、樹型電極基板と対向ガラス基板(非電極付与)の間に狭持し、得られたセルを55.0℃の等方相まで加熱した。基板の間隔は $12\mu\text{m}$ である。この状態で、紫外光(紫外光強度 $1.5\text{ mW cm}^{-2}$ (365nm))を20分間照射した。得られた高分子／液晶複合材料G 3は高透明性と等方性を発現した。この状態は室温以下まで保たれた。この液晶セルを、偏光方向を直交させた2枚の偏光板に挟んで、50Vの交流電界を印加したところ、電界のオン／オフで明と暗の2状態を実現できることが分かった。印加交流は $1\text{ kHz}$ 交流正弦波である。液晶セルを恒温槽内に設置し、温度を $10\sim50^\circ\text{C}$ の間で変えて同様に電界オン／オフを試みた所、この温度範囲内で2状態が出現することを確認した。

40

#### 【実施例8】

##### 【0062】

紫外光照射温度を55.0℃とした以外は実施例1と同じようにして高分子／液晶複合材料H 3を得た。この複合材料H 3は室温以下の温度においても高透明性と等方性を発現した。このものを実施例3と同じようにしてカーボン数を測定したところ、35℃におけるカーボン数は $2.3 \times 10^{-9}\text{ mV}^{-2}$ 、25℃におけるカーボン数は $2.2 \times 10^{-9}\text{ mV}^{-2}$ であった。(35℃のカーボン数)/(25℃のカーボン数)=1.05であり、温度依存性が小さいことがわかった。

#### 【実施例9】

##### 【0063】

液晶材料とモノマーの混合物として液晶組成物A 1を84.48重量%、三官能性でメ

50

ソゲンを有さないアクリレートであるトリメチロールプロパントリアクリレートを6.4  
9重量%、メソゲンを有する二官能性モノマーである1,4-ジ(4-(6-(アクリロ  
イルオキシ)ヘキシリルオキシ)ベンゾイルオキシ)-2-メチルベンゼンを8.57重量  
%、光重合開始剤として2,2'-ジメトキシフェニルアセトフェノンを0.46重量%  
混合した液晶組成物I-2を調製した。液晶組成物I-2のI-BP点は38.6℃であった。  
液晶組成物A-2に換え液晶組成物I-2を用いた以外は実施例1と同じようにして高分子  
/液晶複合材料I-3を調製した。この複合材料I-3は室温以下の温度においても高透明性  
と等方性を発現した。このものを実施例3と同じようにしてカーボ数を測定したところ、  
35℃におけるカーボ数は $1.65 \times 10^{-9} \text{ mV}^{-2}$ 、25℃におけるカーボ数は $1.64 \times 10^{-9} \text{ mV}^{-2}$ であった。  
(35℃のカーボ定数) / (25℃のカーボ定数) = 1.01であり、温度依存性が小さいことがわかった。  
10

## 【実施例10】

## 【0064】

液晶材料とモノマーの混合物として液晶組成物A-1を79.38重量%、トリメチロ  
ールプロパントリアクリレートを8.61重量%、1,4-ジ(4-(6-(アクリロイル  
オキシ)ヘキシリルオキシ)ベンゾイルオキシ)-2-メチルベンゼンを11.38重量%  
、光重合開始剤として2,2'-ジメトキシフェニルアセトフェノンを0.63重量%  
混合した液晶組成物J-2を調製した。液晶組成物J-2のI-Ch点は34.6℃であった。  
液晶組成物A-2に換え液晶組成物J-2を用いた以外は実施例1と同じようにして高分子  
/液晶複合材料J-3を調製した。この複合材料J-3は室温以下の温度においても高透明性と  
等方性を発現した。このものを実施例3と同じようにしてカーボ数を測定したところ、3  
5℃におけるカーボ数は $1.1 \times 10^{-9} \text{ mV}^{-2}$ 、25℃におけるカーボ数は $1.1 \times 10^{-9} \text{ mV}^{-2}$ であった。  
(35℃のカーボ定数) / (25℃のカーボ定数) = 1であり、温度依存性が小さいことがわかった。  
20

## 【実施例11】

## 【0065】

液晶材料とモノマーの混合物として液晶組成物A-1を69.03重量%、トリメチロ  
ールプロパントリアクリレートを12.93重量%、1,4-ジ(4-(6-(アクリロイル  
オキシ)ヘキシリルオキシ)ベンゾイルオキシ)-2-メチルベンゼンを17.08重量%  
、光重合開始剤として2,2'-ジメトキシフェニルアセトフェノンを0.96重量%  
混合した液晶組成物K-2を調製した。液晶組成物K-2のI-Ch点は26.4℃であった。  
液晶組成物A-2に換え液晶組成物K-2を用いた以外は実施例1と同じようにして高分子  
/液晶複合材料K-3を調製した。この複合材料K-3は室温以下の温度においても高透明性  
と等方性を発現した。このものを実施例3と同じようにしてカーボ数を測定したところ、  
35℃におけるカーボ数は $2.98 \times 10^{-10} \text{ mV}^{-2}$ 、25℃におけるカーボ数は $2.92 \times 10^{-10} \text{ mV}^{-2}$ であった。  
(35℃のカーボ定数) / (25℃のカーボ定数) = 1.02であり、温度依存性が小さいことがわかった。  
30

## 【産業上の利用可能性】

## 【0066】

以上の詳細な説明から明らかなように、本発明の高分子/液晶複合材料は、高透明性で  
等方性であり、広い温度範囲にわたり大きなカーボ数を示す優れた光素子として、産業上  
の多くの分野において利用することができる。  
40

## 【図面の簡単な説明】

## 【0067】

【図1】カーボ効果を測定するために用いた光学系を示す。

【図2】高分子/液晶複合材料の1例について測定されたカーボ数(K)と温度との関係  
を示す。

【図3】高分子/液晶複合材料について測定した散乱プロファイルを示す。

【図4】高分子/液晶複合材料について測定した透過率と消光比の温度変化を示す。

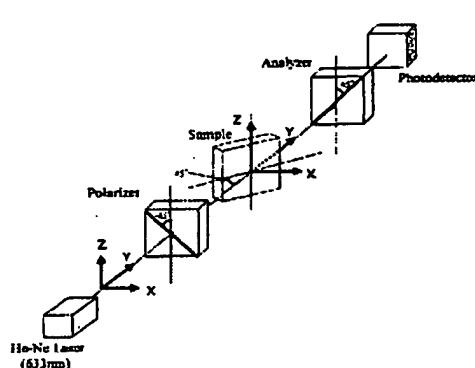
【図5】歯歯電極セルの歯歯電極パターンを示す。

【図6】歯歯電極セルのカーポロを測定するために用いた光学系を示す。

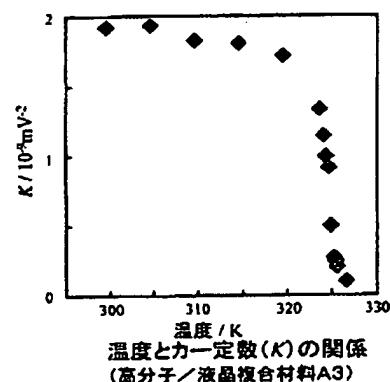
【図7】歯歯電極セルのコントラストと電界強度の関係を示す。

【図8】実用例で用いた液晶組成物Jの化学構造式と組成を示す。

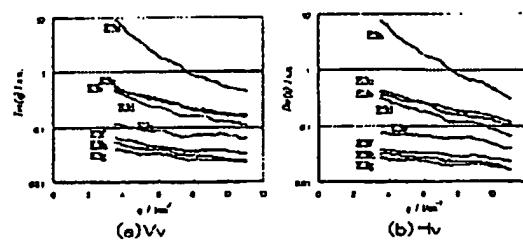
【図1】



【図2】

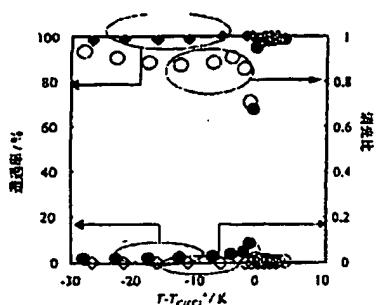


【図3】



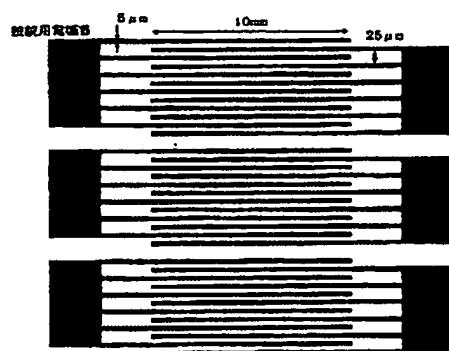
高分子／液晶複合材料の散乱プロファイル

【図 4】

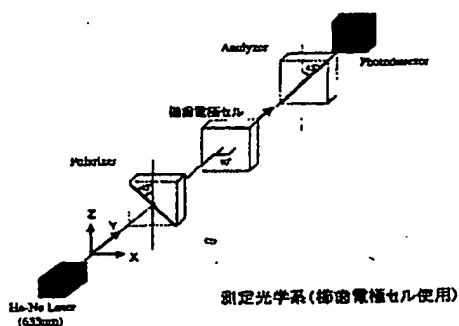


透過率と消光比の温度変化 (E4aの透過率: ●, E4hの透過率:  
◆, E4aの消光比: ○, E4hの消光比: ◇)  
 $T_{crystal}$  は 液晶組成物E1a, E1hのI-N転移点, I-IP転移点である。

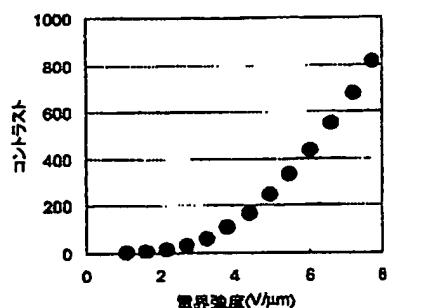
【図 5】



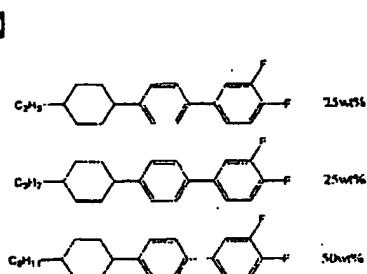
【図 6】



【図 7】



コントラストの電界強度依存性(検査電極セル使用)



液晶組成物Jの組成

---

フロントページの続き

(72)発明者 長村 利彦

福岡県福岡市東区若宮5-3-33-105

(72)発明者 梶山 千里

福岡県福岡市東区箱崎1-28-1

F ターム(参考) 2H088 GA02 GA10 GA17 HA08 KA05 KA06 KA13 KA26 KA27 KA30

MA20

2H089 HA04 KA05 KA07 RA05 SA02 SA03 SA09 TA09

4H027 BA02 BB11 BC05 BD16 BD24